البيئة ونظامها

سخونة الأرض وعلاجها

الأستاذ الدكتور

علي سالم إحميدان الشواورة

أستاذ في علم الجغرافيا

جامعة القدس / كلية الآداب

دائرة الجغرافية



بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَىٰ عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ ﴾

صدق الله العظيم

البيئة ونظامها

سخونة الأرض وعلاجها

البيئة ونظامها

سخونة الأرض وعلاجها

الأستاذ الدكتور

علي سالم إحميدان الشواورة

الطبعة الأولى

2014م – 1435هـ



دار صفاء للنشر والتوزيع - عمان



البيئة ونظامها سخونة الأرض وعلاجها

علي سالم إحميدان الشواورة

الواصفات:

البيئة// علم البيئة//التلوث/

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (2013/6/2160)

ردمك ISBN 978-9957-24-919-9

عمان ـ شارع الملك حسين

مجمع الفحيص التجاري ـ تلفاكس 4612190 6 962+

هاتف: 4611169 6 962+ ص . ب 922762 عمان ـ 11192 الأردن

DAR SAFA Publishing - Distributing
Telefax: +962 6 4612190- Tel: + 962 6 4611169
P.O.Box: 922762 Amman 11192- Jordan
E-mail:safa@darsafa.net
www.darsafa.net

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى:

﴿ يَـٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوا۟ ٱذْكُرُوا۟ نِعْمَةَ ٱللَّهِ عَلَيْكُمْ إِذْ جَآءَتْكُمْ جُنُودٌ فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمْ رِيحًا وَجُنُودًا لَّمْ تَرَوْهَا ۚ وَكَانَ ٱللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ بَصِيرًا ﴿٩﴾ إِذْ جَآءُوكُم مِّن فَوْقِكُمْ وَمِنْ أَسْفَلَ مِنكُمْ وَإِذْ زَاغَتِ ٱلْأَبْصَـٰرُ وَبَلَغَتِ ٱلْقُلُوبُ ٱلْحَنَاجِرَ وَتَظُنُّونَ بِٱللَّهِ ٱلظُّنُونَا۠ ﴿١٠﴾ هُنَالِكَ ٱبْتُلِىَ ٱلْمُؤْمِنُونَ وَزُلْزِلُوا۟ زِلْزَالًا شَدِيدًا ﴾

الآيات 9 و10 و11 من سورة الأحزاب

صدق الله العظيم

إهداء

إلى أستاذي الدكتور محمد محمد سطيحة رحمه الله تعالى، وأسكنه فسيح جناته، عرفاناً بالجميل والوفاء.

الأستاذ الدكتور

علي إحميدان

الفهرس

التصدير 19
المقدمة 23
فصل تمهيدي (علم البيئة) 25

الفصل الأول: المدخل إلى علم البيئة

مفهوم علم البيئة 43
النظام البيئي والوسط البيئي 44
السلسلة الغذائية وشبكة الغذاء: (دورة الحياة على اليابسة) 46
طبيعة العلاقة بين مكونات البيئة الطبيعية والبشرية 54
التوازن البيئي 56
الخلل البيئي 57

الفصل الثاني

مشكلة استنزاف الموارد وصيانتها

الموارد المتجددة 61
الموارد غير المتجددة 62
مفهوم استنزاف الموارد 64
أسباب استنزاف الموارد 64
الصيانة والتخطيط 77
الزيادة السكانية في العالم 79
ضوابط النمو السكاني على مر العصور 83



الفصل الثالث

أسباب كوارث الجوع في العالم

التزايد السكاني السريع وسوء توزيعه.................................. 91

سوء تخزين المواد الغذائية وخطر الآفات والحشرات 92

ضبط المحاصيل التجارية على الأراضي الزراعية 94

العادات والتقاليد الغذائية.. 94

أسباب اقتصادية وسوء توزيع استهلاك الغذاء 95

الظروف المناخية 96

الفصل الرابع

إنتاج الغذاء وإمكانياته

الأراضي الزراعية وإنتاج الغذاء 103

موارد المياه والتوسع الزراعي 105

تحلية مياه البحار 108

الثورة الخضراء وإنتاج الغذاء 109

التمويل وإنتاج الغذاء.. 112

ضبط السكان... 114

الفصل الخامس

التلوث البيئي أسبابه، مكوناته وتوزيعه

مقدمة.. 119

مشكلة التلوث.. 120

مكونات الملوثات البيئية 126

التلوث مشكلة عالمية 131

الفصل السادس

التلوث أشكاله ومخاطره

التلوث المائي 147

أشكال وأسباب التلوث المائي 149

أخطار التلوث المائي 156

التلوث الهوائي 160

الفصل السابع

مظاهر وأخطار التلوث الهوائي على المناخ والضوضاء

التلوث الهوائي والمناخ 171

التلوث الهوائي والضوضاء 191

الفصل الثامن

التلوث الهوائي وتأثيره على الكائنات الحية والمعادن والدورات الجيوكيماوية

التلوث الهوائي وتأثيره على النباتات 197

التلوث الهوائي وأثره على الإنسان والحيوان 201

التلوث الهوائي وأثره على المعادن والمنتجات الصناعية 204

التلوث الهوائي وأثره على الدورات البيوجيوكيماوية 205

الفصل التاسع

التلوث الأرضي (القمامة والنفايات الصلبة ومعالجتها)

مقدمة 221

الفضلات البلدية الصلبة 224

الفضلات الصناعية الصلبة.. 224

الفضلات الزراعية الصلبة 224

التخلص النهائي من الفضلات الصلبة.. 228

المقترحات والتوصيات 245

الفصل العاشر

الموارد الطبيعية استنزافها والتخطيط لصيانتها

الماء العذب.. 251

الهواء.. 256

التربة.. 262

صيانة التربة 278

الفصل الحادي عشر

أهمية النباتات والحيوانات البرية والبحرية وحمايتها

أهمية الغابة في الغلاف الحيوي 285

تدمير الغطاء النباتي.. 286

صيانة الغابة.. 294

الحيوانات البرية وحمايتها.. 297

الحيوانات البحرية.. 304

حماية الحيوانات البرية والبحرية 305

الفصل الثاني عشر

أهمية الطاقة والمعادن الفلزية في النظام البيئي

أولاً: مصادر الوقود الحفرية (الأحفورية)............... 314

ثانياً: المعادن الفلزية 331

الفصل الثالث عشر

التصحر: تعريفه وأشكاله مؤشراته ودرجاته ومخاطره

أولاً: تعريف التصحر.................................. 339

ثانياً: أسباب التصحر 341

ثالثاً: أشكال التصحر 344

رابعاً: مؤشرات التصحر 347

خامساً: درجات التصحر 351

الفصل الرابع عشر

توزيع التصحر في العالم وفي الوطن العربي ووسائل مكافحته

أنواع الصحاري.. 359

السمات الطبيعية والنباتية للصحاري 361

الأماكن المهددة بالتصحر في بعض الأقطار العربية 364

الفصل الخامس عشر

مقاومة زحف التصّحر

استخدام المياه المالحة في زراعة المناطق الصحراوية 392

أمثلة على بعض النباتات الملحية.......................... 393

الفصل السادس عشر

سخونة الأرض وعلاجها 411

الفصل السابع عشر

الخاتمة والتوصيات

الخاتمة والتوصيات 445
المصادر 457
أولاً: المراجع العربية 457
ثانياً: المراجع الأجنبية 459

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	ص
(1)	هرم الغذاء وتوزيع النسب المئوية في كل طبقة من طبقات السلسلة الغذائية حسب قاعدة الهرم.	47
(2)	النظام البيئي لبركة مائية.	47
(3)	الشبكة الغذائية في إحدى مستنقعات خليج سان فرانسيسكو بالولايات المتحدة الأمريكية.	50
(4)	السلسلة الغذائية لدورة الحياة البرية فوق اليابسة.	52
(5)	السلسلة الغذائية لدورة الحياة المائية.	52
(6)و(7)	رسم تخطيطي يبين الأسباب الرئيسه في زيادة أو نقصان عدد الأفراد في المجموعة.	72
(8)	نمو السكان في العالم منذ عشر آلاف سنة وحتي الآن.	82
(9)	نظام الدورات الهوائية في النصف الشمالي للأرض. تتضّح في شكل الغيوم الكثيفة فوق خط الاستواء وعند خط العرض 60° شمالاً، إن نظام الدورات الهوائية في النصف الجنوبي للأرض صورة معكوسة لهذا الشكل.	134
(10)	الدورة الهوائية وانتقال الملوثات على سطح الأرض من منطقة لأخرى.	134
(11)	نظام توزيع الكائنات الحيّة في البحار.	158
(12)	مواقع المناطق الحياتية البحرية على أعماق مختلفة من البحار والمحيطات.	160
(13)	تزايد نسبة تركز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.	162
(14)	التقسيم الرأسي لطبقات الغلاف الجوي بالكمّ.	181
(15)	دورة الأكسجين في الطبيعة.	206



رقم الشكل	اسم الشكل	ص
(16)	دورة غاز الكربون فوق اليابسة.	208
(17)	دورة غاز الكربون في الطبيعة.	209
(18)	دورة غاز النيتروجين في الطبيعة.	211
(19)	دورة الماء في الطبيعة.	212
(20)	دورة الطاقة في الطبيعة.	213
(21)	رسوم تفصيلية لأربعة قطاعات من التربة الرمادية الصحراوية والتربة السوداء والتربة الطوبية الحمراء وتربة البودزول.	265
(22)	قطاعا رأسيا نموذجيا للتربة. تتميز في النطاقات العديدة وتوجد هذه التربة في الغابات الرطبة المعتدلة الباردة.	268
(23)	توزيع الأقاليم الحياتية في العالم.	292
(24)	العلاقة بين المناخ والنبات والتربة.	293
(25)	التوزيع الرأسي الطبقي للطيور في غابة صنوبرية باردة.	304
(26)	توزيع المناطق الصحراوية والمناطق المهددة بالتصحر في العالم.	358
(27)	توزيع التجمعات الحياتية الأرضية في العالم.	358
(28)	زحف التصحر على سهل الجفارا في ليبيا مع امتداد قنوات الري المقترحة من النهر الصناعي لمكافحة هذا التصحر.	368
(29)	توزيع خطوط المطر المتساوية في سهل الجفارة والجبل الغربي مع الكثبان الرملية في ليبيا.	370
(30-أ)	المنطقة المهددة بالتصحر في الهامش الصحرواي بالأردن.	372
(30-ب)	الناقل المائي من محطة المياه العادمة شرق الزرقاء إلى قاع الحسا جنوب الأردن وذلك لتخضير المنطقة المهددة بالتصحر في الهامش الصحراوي.	374
(31)	زحف بحر الرمال على واحات الإحساء.	379

قائمة الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	ص
(1)	تبادل المواد الكيماوية بين المادة الحية وغير الحيّة وأنواع الكائنات الحيّة.	46
(2)	تضخم المدن المختارة التالية عام 2010م.	70
(3)	العلاقة بين نسبة الزيادة السنوية للسكان والمدة اللازمة لمضاعفة عدد السكان.	81
(4)	تذبذب معدلات النمو السكاني في العالم خلال ستة عقود من القرن العشرين الماضي.	82
(5)	حجم الملوثات ومصادرها في الولايات المتحدة عام 1988 بملايين الأطنان.	166
(6)	المواد والغازات المسببة للاحتباس الحراري وتركيبها الكيماوي.	174
(7)	مصادر الضوضاء وشدتها على جهاز الديسيبل.	192
(8)	كمية النفايات ومعدلاتها في الضفة الغربية بين عامي 1994- 2010.	242
(9)	كمية النفايات الصلبة ومعدلاتها في قطاع غزة بين عامي 1994- 2010.	243
(10)	بقاء المبيدات التالية في التربة كجرعة متوسطة ومميتة بـ LD50 بالملغرام لكل كلغم من وزن الجسم.	274
(11)	توزيع احتياطي البترول في الدول العربية وغير العربية بالمليار برميل عام 1993.	319
(12)	المعادن الفلزية المختلفة وآماد وجودها منذ عام 1965.	332
(13)	مساحات الأراضي التي أضيرت بالتصحر في مصر العربية.	382



قائمة الصور

رقم الصورة	اسم الصورة	ص
(1)	منظرا جانبيا لأشجار الغابة الاستوائية المطيرة.	291
(2)	مراعي البراري في أمريكا الشمالية التي تكثر فيها قطعان ثيران البيسون الأمريكية البرية.	308
(3)	منظرا جانبيا للحشائش والأشواك الصحراوية في بادية المملكة العربية السعودية مع الإبل.	308
(4)	زحف التصحر على منطقة الهامش الصحراوي بالأردن مع الماعز.	352
(5)	تشكل الكثبان الطينية في وادي البطم في حوض الأزرق بالأردن.	354
(6)	منظر جانبي زحف التصحر على منطقة الهامش الصحراوي في الأردن.	354
(7)	المراعي الفقيرة في البادية الأردنية.	373
(8)	زحف التصحر على المنطقة المعمورة من الأردن.	375
(9)	منظر جانبي لإحدى مزارع الشيشان مع صورة الباحث بالأزرق.	375
(10)	منظر جانبي لمسجد مدينة جواثا الواقع فوق ربوة عالية في موضع المدينة المدفونة بالرمال.	378
(11)	منظر جانبي لحبوب الجاتروبا.	432
(12)	منظر جانبي لحقل مزروع بأشجار الجاتروبا.	432
(13)	منظر جانبي لثمار شجرة الجاتروفا.	433
(14)	منظر جانبي لبذور الجاتروفا كحبوب الفاصوليا.	433
(15)	منظر جانبي لأحد المزارعين بجانب شجرة الهوهوبا.	439
(16)	منظر جانبي لبذور شجرة الهوهوبا المهيأة للعصر.	440
(17)	منظر جانبي لحقل مزروع بأشجار الهوهوبا بمحافظة جنين بالضفة الغربية.	440
(18)	مناظر جانبية لأشجار الهوهوبا وبعض المزارعين في حقولها.	441
(19)	منظر جانبي لبذور الهاوهوبات.	442

تصدير

البيئة ونظامها سخونة الأرض وعلاجها

تصدير

البيئة بمواردها الطبيعية سخرها الرحمن لمنفعة بني الإنسان فوق سطح الأرض. وإذا ما أردنا كعائلة بشرية أو قرية عالمية كبرى، تنمية مستدامة لنا وللأجيال القادمة، فلا بد أن نأخذ في اعتبارنا، بيئة جغرافية نظيفة ودائمة أبد الدهر.

لقد هيّأ الرحمن لبني البشر الأرض، بما فيها من موارد طبيعية ليخضعوها لمنفعتهم، وتطورهم عبر العقود والدهور. فالواجب يقتضي منّا كبشر في وقتنا الحالي عام 2013م، الاهتمام بموارد البيئة وصيانتها من التكدُّس البشري، والاحتباس الحراري، والتلوث بأنواعه وأشكاله ودرجاته، والتصحر ومخاطره، والمجاعات والتضخم وتسمم التربة، والهواء والماء والزروع والضروع، وانفلونزا الطيور والخنازير، وانتشار الأوبئة والأمراض الفتاكة، والمحافظة على طبقة الأوزون الواقية للغلاف الحيوي من الفناء والتدمير، والمحافظة على الغابات والنباتات الرعوية، ومختلف أصناف الحشائش التي تحافظ على تماسك نسيج التربه، ومنع انجرافها ووقف زحف الكثبان الرملية، على المعمور من كوكبنا الحيوي هذا.

فوقوع أي خلَل في أي نظام من أنظمة البيئة هذه؛ هو انعكاس سلبي على الأنظمة الأخرى فيها. فالله سبحانه وتعالى خلق كل شيء فقدرّه تقديرا، بنظام دقيق محكم لا يعلم بدقته إلا هو سبحانه وتعالى.

ويمكن تعريف النظام البيئي، بأنه ذلك التفاعل المنظم والمستمر بين عناصر البيئة الحية وغير الحية، وما يتمخض عن هذا التفاعل بين هذه العناصر من دوام واستمرارية التوازن البيئي بينها جميعاً. حيث إن هناك علاقات وارتباطات وظيفية معقدة، تربط بين عناصر البيئة بنوعيها الطبيعي والحيوي في انسجام دقيق، وهذا الذي يطلق عليه بالنظام البيئي.

إذ حينما يتدخل الإنسان بسوء سلوكياته أو استغلاله، ويحدث خللاً في هذا النظام الدقيق، الذي صاغه الرحمن لبني البشر عزّ وعلا تقع الكوارث والمآسي من يد الإنسان، والتي لا تحمد عقباها على بني البشر كله فوق سطح البسيطة.

وتشمل الملوثات التي تؤثر سلبا على سطح هذا الكوكب في الواقع، كل العناصر الضارة التي تنطلق في الغلاف الجوي، أو تقذف في الغلاف المائي أو تنشر على سطح الأرض؛ وهي إما أن تكون ملوثات غازية ممثلة في الغازات المنبعثة من عوادم المركبات الآلية؛ أو منها ما ينطلق من مداخن القلاع الصناعية؛ ووسائل التدفئة وحرق النفايات وانفجار البراكين وغيرها. وقد أدت حالياً عام 2013م لظاهرة الاحتباس الحراري أو سخونة الأرض Earth Warming والتي سيتمخض عنها ذوبان الجليد فوق القمم الجبلية كجبال الهملايا التي تنبع منها نحو 80٪ من مياه الأنهار التي تصب في بحار الهند، والصين وبنغلادش والهند الصينية. وإذا ما ذابت هذه الثلوج فسوف يؤدي ذلك إلى انخفاض نسبة المياه العذبة، التي تغذي نحو 80٪ من الأراضي المروية في جنوب وجنوب شرق آسيا.

كما أن الذوبان سوف يؤدي لارتفاع مياه البحار والمحيطات في العالم. وقد وصل ارتفاع المسطحات المائية في القرن الـ20م الماضي، إلى نحو 17 سنتمتراً، وسوف يرتفع في القرن الـ21م الحالي لنحو 59 سنتمتراً. كما سوف تنغمر معظم دالات الأنهار في الصين وبنغلادش وسوف تنغمر دلتا نهر الكانج فيها بالكامل.

وعند ارتفاع مياه البحر، سوف لن تصب فيها مياه الصرف الصحي، وسوف تعود إلى المدن الكبرى، وتسبب كارثة بيئية، كما ستتعرض دلتا نهر النيل ودلتا نهر المسيسبي والنهر الأصفر للغرق ذاته.

وعليه، يفرض علينا الواجب الإنساني اتجاه بيئتنا الأرضية، أن نتعاون ونتكاتف كأسره عالمية في قريتنا العالمية هذه، في التصدي لهذه المعضلة البيئية؛ بشتى السبل كإيجاد بدائل لمصادر الطاقة الصديقة للبيئة، كالديزل الأخضر والكاز الأخضر الحيوي المنتج من أشجار الجاتروبا Jatrabba والهوهوبا Jujubba.

وزيت شجر الخروع، وزيت بذور البلح وعباد الشمس ونبات الخردل، وتقليل انبعاث الغازات المسببة للحبس الحراري كغاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان CH_4 والكلوروفلوروكربون- F_{22} والكلوروفلوروكربون- F_{11} والكلوروفلوروكربون- F_{12} وأكسيد النيتروز N_2O، حيث يُؤدي انبعاث هذه الغازات إلى سخونة سطح الأرض، وإذا ما تمكنت الدول المتقدمة من إيجاد الغاز الحيوي Biogas، فسوف تسير المركبات الآلية في العالم، والتي تقرب أعدادها من 1,2 مليار مركبة آلية عام 2013م، ومن ثم تخفيض نسبة الغازات الملوثة لغلافنا الغازي حول كرتنا الأرضية، إلى أدنى حد ممكن؛ واستخدام المياه العادمة (المعالجة) في إرواءِ أشجار الطاقة الحيوية المذكورة آنفاً، وتدوير النفايات الصلبة لمنع إلقائها في المسطحات المائية، وتخضير الأراضي الحديّة الجرداء والعناية بها، لتبقى بيئة الوطن والعالم كله، بيئة نظيفة وصحية مع التنمية المستدامة؛ أي لا ضرر ولاضرار، وبالتالي سوف نترك للأجيال القادمة، أرضا خالية من التلوث الغازي المدمرّ. كما تعزى تقلبات المناخ في العالم إلى تزايد نسبة الأكاسيد المتطايرة من المركبات الآلية في الغلاف الجوي، وربما يعزى تزايد الأعاصير المدارية إلى نفس السبب الذي ذكر آنفا. فبعد ما كانت أعاصير الهاريكين تضرب سواحل الولايات المتحدة الجنوبية في

بداية القرن العشرين الماضي نحو أربعة أعاصير في السنة، زادت خلال العقدين الأخيرين من القرن المذكور، إلى ثمانية أعاصير في المتوسط ولهذا فالربط بين وسائل النقل المختلفة سواءً كانت برية أو بحرية أو جوية أو نهرية، وبين مشتقات الوقود الحفري (البترول) التي تسير بوساطتها، وبين الانبعاثات الغازية المسببه لسخونه الأرض هي علاقة طردية ووثيقة لحد كبير.

ونرجو ألا نصل كمجتمع عالمي للمقولة التي تقول:

((أنا ومن بعدي الطوفان))، ولكن أقول أنا ومن بعدي في خندق واحد للحفاظ على بيئتنا هذه؛ التي سخرها الرحمن منذ نزول سيدنا آدم وأمّنا حوا، عليهما الصلاة والسلام ليومنا هذا وحتى يوم البعث.

المقدمة

البيئة أو المحيط بمواردها الطبيعة سخرها الرحمن لمنفعة بني الإنسان فوق سطح البسيطة.

هذا، وإن كان الإنسان قد نجح من خلال أبحاثه العلمية المتواصلة، واختراعاته وتقنياته المتقدمة، أن يجعل من هذه البيئة مطواعاً لإرادته، بل أكثر عطاءاً لوجوده وتكاثره؛ فإنه من ناحية أخرى، قد أسهم من حيث يدري أو لا يدري، بحماقته وسوء تخطيطه في استغلال موارد بيئته بطريقة جائرة، جعلها أكثر عدائية وخصومة لوجوده على سطحها.

ومما يزيد الأمر تعقيداً بهذا المجال، فهو قلة الوعي البيئي بأهمية البيئة لدى غالبية الناس، وأنانيتهم في استغلال مواردها دون صيانة أو حماية لها على مرّ العقود والدهور.

وباختصار، إذا أردنا كعائلة بشرية فوق سطح هذا الكوكب الحيوي، تنمية مستدامة لنا وللأجيال القادمة، فلا بد وأن نأخذ باعتبارنا بيئة جغرافية نظيفة ودائمة أبد الدهر.

أما فيما يتعلق بمحتويات هذا الكتاب في هذه الطبعة، فقد أعيد النظر في هيكليته من جديد. ونظم بحيث أصبح سبعه عشر فصلاً، بدلاً من ثلاثة عشر فصلاً سابقاً. يعالج الفصل الأول المدخل إلى علم البيئة، ويتناول الفصل الثاني مشكلة استنزاف الموارد وصيانتها أما الفصل الثالث، فيركز على معالجة أسباب كوارث الجوع والمناطق التي أضيرت منه في العالم. ويعالج الفصل الرابع إنتاج الغذاء وإمكانياته آنياً ومستقبلاً.

أما الفصل الخامس فيعالج التلوث البيئي من حيث أسبابه، مكوناته وتوزيعه. ويركز الفصل السادس على أشكال التلوث ومخاطره. أما الفصل السابع

فيتناول مظاهر وأخطار التلوث الهوائي وتأثيره على المناخ والضوضاء. ويركز الفصل الثامن على تأثير التلوث الهوائي على الكائنات الحيّة والمعادن والدورات الجيوكيماوية.

أما الفصل التاسع فقد تم التركيز فيه، على النفايات الصلبة وطرق التخلص منها بوسائل عصرية. كما تناول الفصل العاشر، الموارد الطبيعية (كالماء العذب والهواء والتربة)، ومظاهر استنزافها وصيانتها.

ويعالج الفصل الحادي عشر، أهمية النباتات والحيوانات البرية والبحرية في الغلاف الحيوي وحمايتها.

أما الفصل الثاني عشر فيعالج أهمية الطاقة والمعادن الفلزية في النظام البيئي، وارتكاز الثورة الصناعية في تقنيتها الأولى والثانية عليها. كما يركز الفصل الثالث عشر، على خطورة التصحر من حيث أشكاله ودرجاته ومؤشراته، وانعكاسه سلباً على الأراضي الزراعية والرعوية والمعمورة.

أما الفصل الرابع عشر، فيتناول توزيع التصحر في العالم وعلى مستوى الوطن العربي، بينما يركز الفصل الخامس عشر، على مقاومة ومكافحة زحف التصحر على المعمور من الأرض عربياً وعالمياً. أما الفصل السادس عشر فيعالج سخونة الأرض وعلاجها وقد اختتم الكتاب بالفصل السابع عشر، بالخاتمة والتوصيات، والتي تقلل لحد كبير من استشراء مشكلات البيئة وانعكاسها سلباً على عناصرها الطبيعية والبشرية على حد سواء.

وأخيراً أرجو أن يكون عملي هذا، فيه فائدة للطلبة الدارسين والباحثين. وأن يكون بالدرجة الأولى إرضاء لله تعالى نسأله دوماً السداد والتوفيق.

الأستاذ الدكتور

علي سالم إحميدان الشواورة

فصل تمهيدي

علم البيئة

حينما نتناول بالدراسة التفصيلية هذا العلم، تتبادر للذهن عدة تساؤلات منها مثلا، لماذا ندرس هذا الفرع من الفروع الإنسانية ضمن العلوم الإنسانية؟ وهل يقدم فائدة للمجتمع المحلي والقومي والدولي؟؟ وما علاقة هذا العلم، بعلم الجغرافية؟؟ وما هي عناصر ومكونات هذا العلم؟؟ وهل لهذا العلم علاقة بالأغلفة الأرضية؟؟ وهل لهذا العلم علاقة بموارد البيئة الطبيعية والبشرية؟؟ وهل له علاقة بمشكلات التلوث والتصحر، والمجاعات والتربة والنباتات، وعجز المياه العذبة، وانقراض بعض الحيوانات البرية والبحرية، والتضخم و البطالة والمديونية، وتسمم أجواء المدن بالغازات الكربونية والكبريتية.. وسخونة الأرض؟؟

وهل تآكل طبقة الأوزون، أمر مهم للدراسة والبحث في هذا العلم؟؟ وما تأثير ذلك على الغلاف الحيوي فوق سطح هذا الكوكب؟؟ ثم ما علاقة هذا العلم بانتاج الغذاء في العالم ومدى كفايته؟؟ وما هي أسباب المجاعات في العالم؟؟ وما هي أسباب استنزاف الموارد الطبيعية؟ وما معنى التوازن في النظام البيئي أو عدمه؟؟.

أسئلة كثيرة وكثيرة ترد في هذا الصدد. يعني علم البيئة هو بالدقة علم الجغرافية، فهما وجهان لعملة واحدة. فالجغرافية تركز في معارفها على البيئة الطبيعية ومكوناتها، وعلى البيئة البشرية وعناصرها، وكذلك علم البيئة. ولهذا كان حري بالجغرافيين الأوَل بين الباحثين، احتضان واحتواء هذا العلم، الذي أصبح من العلوم الإنسانية، التي تتبوأ الصدارة بين شتى العلوم، لما له من أهمية قصوى للإنسانية وحضارتها العصرية؛ وبيئتها المهددة بالتلوث والتصحر، والمجاعات والأسلحة المدمرة.

لقد كان أول من استخدم مصطلح ايكولوجيا (Ecology) العالم الألماني هيكل (Hiekel) عام 1866م؛ كأحد علوم الحياة التي تهتم بدراسة العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية، والبيئات الطبيعية المحيطة بها. وعليه، فهذا العلم يمكنه ان يلعب دورا رئيسا في تنمية موارد البيئة الطبيعية والبشرية، في كل دول العالم، المتقدم منها والمتخلف. ونتيجة لعلاقته بالأغلفة الأرضية، كالغلاف المائي والغلاف الغازي والغلاف الحيوي والغلاف الصخري، فله دور كبير في مراقبة ومتابعة موارد هذا الكوكب، في كل من هذه الأغلفة الأرضية الأربعة. فالتلوث بأشكاله المختلفة وبدرجاته المتفاوتة سواء في البر أو البحر؛ في الجو أو ما هو في جوف الصخر، يمثل أولى المهام لهذا العلم. وما يقال عن اهتمامه بالتلوث، يندرج أيضاً على بقية المشكلات البيئية الأخرى، كالتصحر وتسمم التربة وانجرافها أو تملحها، وباجتثاث الغابات والمراعي، نتيجة القطع الجائر والرعي الجائر، وبالمياه الجوفية العذبة ونضوبها؛ نتيجة السحب الجائر أو بالمياه العذبة السطحية وتلويثها أو المسطحات المائية البحرية وتلويثها، وبالحيوانات البرية وانقراض القسم الأعظم منها، وبالحيوانات البحرية (كالحوت الأزرق والرمادي مثلاً)، وبالطيور النادرة كطائر الكندور وغيرها، وبتحركات الجراد وغزوه للأرض الزراعية، بالإضافة إلى عجز الغذاء والمجاعات وسوء التغذية والبطالة والمديونية، وما ينجم عنها من حروب محلية وإقليمية أو عالمية.

كلها مجتمعة؛ أصبحت من المشكلات التي يُركز علم البيئة على دراستها بتمعن؛ ووضع الحلول الجذرية الناجعة لحلها وتلافي مخاطرها على الإنسانية.

وعليه؛ فالبيئة تعتبر الخزان العظيم؛ الذي يستمد الإنسان منه كل احتياجاته اليومية؛ من مصادر الإنتاج والغذاء والتصنيع. كما أنها تمثل الإطار الذي يعيش فيه الإنسان؛ الذي يضم كل عناصر الحياة كالماء والهواء والغذاء والدواء، والمأوى

والنبات والحيوان؛ ومصادر الطاقة والصخور للبناء والمعادن الفلزية واللافلزية...الخ.

فالله سبحانه وتعالى؛ لم يخلق هذه المواد عبثاً؛ بل لخدمة البشرية كلها. فالماء والهواء عنصران هامان لحياة الإنسان، وكذلك النبات والحيوان لا يستطيعا الحياة بدونهما. فهما الغذاء له أولاً وأخيراً. والتربة مورد هام في البيئة الطبيعية، يستحيل على الإنسان أن يستنبت النبات إلا فيها. وأي تدمير لها، يعني تدميراً للنبات. وان انعدم النبات انعدم الحيوان والإنسان.!؟ كما أن الهواء والماء والنبات، والحيوان والتربة، هي موارد طبيعية أساسية للإنسان، كما أنه لا يمكن الاستغناء عن مصادر الطاقة، التي تعتبر الشريان الحيوي للتنمية الشاملة اقتصادياً واجتماعياً، في جميع دول العالم في عصرنا الحالي.

وما يقال عن هذه العناصر مجتمعة، يندرج على الغذاء والكساء والمأوى والدواء، وإن لم تتوفر هذه العناصر الأخيرة، فسوف ينتج عنها الأمراض كسوء التغذية ولين العظام لدى الأطفال، والأوبئة والمجاعات والتشرد، في الأزقة والطرقات أو مقالب النفايات وغيرها.!!؟

وإذا ما زادت الغازات السامة عن حدها الممكن في الغلاف الغازي، خاصة في أجواء المدن، فسوف يزيد تركيزها من عوادم السيارات والمصانع والقطارات والطائرات، مما يؤدي لتآكل طبقة الأوزون الواقية للغلاف الحيوي، من الأشعة الفوق بنفسجية، وإلى ارتفاع درجة حرارة الأرض (الدفيئة)، وذوبان الجليد وارتفاع مناسيب البحار في المناطق الساحلية والى زيادة الإصابة بالأمراض السرطانية للجلد، وبالتالي اختلال النظام الغازي لا سمح الله أو وقوع الكارثة، إن لم يتعاون المجتمع البشري بمؤسساته وحكوماته وشعوبه؛ على التصدي لها قبل فناء البشرية كلها.

كما استشرى التصحر في المناطق شبه الجافة والجافة في العالم؛ وخاصة في

وطننا العربي الكبير، على حواف البوادي والصحارى العربية؛ كبادية الشام وبادية السماوة غرب العراق، وحواف الصحراء الكبرى الشمالية والجنوبية؛ وصحاري الجافورة والدهناء والربع الخالي، والنفوذ في القارة الأفريقية وشبه الجزيرة العربية والهلال الخصيب على الترتيب، نتيجة الرعي الجائر والقطع الجائر وتوالي سنوات الجفاف والجدب.

كما أصبحت التجمعات الحضرية في العالم، كالمدن العملاقة، التي يزيد عدد سكانها عن عشر ملايين نسمة، خاصة كمدن مكسيكوسيتي وطوكيو وساو باولو والقاهرة ودلهي وكلكتا ودكّا وشنغهاي وكانتون وبومبي؛ أماكن لتراكم النفايات الصلبة التي تشوّه جمال المكان من ناحية، ووكر للحشرات والقوارض والجراثيم من ناحية أخرى. هذا بالإضافة لما ينجم عنها من ملوثات غازية سامة من عوادم السيارات، وملوثات منزلية وصناعية عادمة تلقى في مجاري الأنهار أو المسطحات المائية وتلوثها، وبالتالي قتل الأحياء المائية فيها من أسماك وطحالب؛ وعوالق نباتية وحيوانية (البلانكتون) التي تحافظ على النظام المائي من التلوث والتدمير.

وحينما شعر العلماء والباحثون الجغرافيون، ورجال البيئة بخطورة هذه المشكلات، تنادوا لعقد المؤتمر الدولي في مدينة ستوكلهم عام 1972 بالسويد، للتصدي لهذه المشكلات؛ على جميع المستويات المحلية والإقليمية والدولية؛ ونتيجة لذلك ظهرت نتائج لذلك المؤتمر، وما تلاه من مؤتمرات دولية بهذا الصدد؛ تمثلت في جهود مازالت مستمرة في عدة مجالات كترشيد الاستهلاك للموارد؛ وتطوير الإدارة البيئية، وتفادي الآثار الضارة على النباتات كالتصحر، ومعالجة المياه العادمة قبل إلقائها في مجاري الأنهار وشواطىء البحار، وتسخيرها لتخضير البيئة في المناطق التي تدمرت، وإدخال مساقات علم البيئة في مراحل التعليم الأكاديمي، والمهني والصناعي والتجاري والفني، ونشر الوعي البيئي من خلال الأجهزة الإعلامية المسموعة والمرئية والمقروءة. ونزع الأسلحة النووية كاتفاق عام 1972

بين العملاقين الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة، ثم في اتفاق هلسنكي عام 1989 (سولت2) واتفاق هلسنكي عام 2002 في شهر أيار، لتدمير القسم الأعظم من الصواريخ الحاملة للرؤوس النووية؛ والعابرة للقارات. وذلك للحفاظ على البيئة وإنسانها المبدع المفكر، وبالتالي على الحضارة الإنسانية العصرية.

وربما يتبادر للذهن السؤال التالي: ما دور الإسلام اتجاه البيئة؟؟

إن الله سبحانه وتعالى، قد خلق الأرض وما عليها لخدمة بني البشر. فهي الكوكب الوحيد الذي ميزه الله عن سائر الكواكب الأخرى، بأسس الحياة من هواء وماء ونبات، وحيوان وبحار ومحيطات ومعادن فلزية ولا فلزية، لتستمر الحياة فوق سطح الأرض، وتبنى صروح الحضارات، وتستمر أبحاث العلم والاختراعات، كما هو قائم في عصرنا الحالي ((القرن الحادي وعشرين))الميلادي.

قال تعالى: ﴿ وَٱلْأَرْضَ بَعْدَ ذَٰلِكَ دَحَىٰهَآ ﴿٣٠﴾ أَخْرَجَ مِنْهَا مَآءَهَا وَمَرْعَىٰهَا ﴿٣١﴾ وَٱلْجِبَالَ أَرْسَىٰهَا ﴿٣٢﴾ مَتَٰعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَٰمِكُمْ ﴾ سورة النازعات الآيات 30-33.

وقال تعالى: ﴿ ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ فِرَٰشًا وَٱلسَّمَآءَ بِنَآءً وَأَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجَ بِهِۦ مِنَ ٱلثَّمَرَٰتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۖ فَلَا تَجْعَلُوا۟ لِلَّهِ أَندَادًا وَأَنتُمْ تَعْلَمُونَ ﴾ سورة البقرة الآية 22.

وقال تعالى: ﴿ وَلَا تُفْسِدُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَٰحِهَا ۚ ذَٰلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِن كُنتُم مُّؤْمِنِينَ ﴾ سورة الأعراف الآية 85.

فنظرة الإسلام للبيئة وحمايتها، على أنها ملكية عامة لبني البشر، يجب صيانتها وتفادي تدميرها. فتدميرها يعني في النهاية تدمير للحضارة الإنسانية؛ وإنسانها فوق سطح هذا الكوكب الحيوي.

وقال تعالى: ﴿ كُلُوا۟ وَٱشْرَبُوا۟ مِن رِّزْقِ ٱللَّهِ وَلَا تَعْثَوْا۟ فِى ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴾ سورة البقرة الآية 60.

وقال (ﷺ): "ما من مسلم يغرس غرساً ويزرع زرعاً فيأكل منه طير أو إنسان أو بهيمة، إلا كان له به صدقة."

كما قال (ﷺ): "لو جاء يوم القيامة وفي يدي فسيلة لغرستها".!!؟

لقد هيأ الرحمن لبني البشر الأرض، بما فيها من موارد طبيعية ليخضعوها لمنفعتهم، وتطورهم عبر القرون. كما أنزل الأمطار لتحيي به الأرض الموات، وتنبت الزرع وتكفل الضرع، وتوفر للإنسان الغذاء النباتي والحيواني، اللذين تستحيل الحياة البشرية بدونهما. ولذا، فالواجب يقتضي من الإنسان الحالي خاصة عام 2013م، الاهتمام بموارد البيئة وصيانتها من التلوث والتصحر والمجاعات والتضخم وتسمم التربة والهواء والماء، والزروع والضروع (كجنون البقر مثلاً) وإنفلونزا الطيور، وانتشار الأوبئة والأمراض الفتاكة. والمحافظة على طبقة الأوزون الواقية للغلاف الحيوي من الفناء والتدمير. والمحافظة على الغابات والنباتات الرعوية كالشجيرات والأعشاب، ومختلف أصناف الحشائش التي تحافظ على تماسك التربة. فوقوع أي خلل في أي نظام من أنظمة البيئة هذه، هو انعكاس سلبي على الأنظمة الأخرى فيها. فالله سبحانه وتعالى خلق كل شيء فقدره تقديراً بنظام دقيق محكم لا يعلم بدقته إلا الخالق الواحد عز وجل.

ولكن هل للانفجار السكاني في العالم، دور سلبي على موارد البيئة والتصحر أو التلوث؟

ما من شك أن للتزايد السكاني دوراً كبيراً في هذا المجال. لقد زاد عدد سكان البشرية من 550 مليون نسمة عام 1650م إلى مليار نسمة 1830م، ثم إلى 2مليار نسمة عام 1930م، ومن ثم إلى 3 مليارات عام 1960 ثم إلى 5 مليارات عام 1987،

وإلى 6 مليارات في عام 1999م ثم إلى 6.5 مليار نسمة عام 2002م.![1] وبالتالي إلى نحو 7.2 مليارات نسمة عام 2013م.

لم يظهر التلوث بشكل محسوس، إلا في بداية عقد السبعينات من القرن العشرين الماضي. وكذلك المشكلات الأخرى كاستنزاف الموارد مع الضغط السكاني عليها نتيجة الزيادة السكانية، وظهور التصحر وأزمات الغذاء، والسكن وتزايد النفايات الصلبة، وتلوث المياه العذبة والمالحة واجتثاث الغابات، واندثار المراعي وتزايد الهجرة من المناطق الريفية، إلى المراكز الحضرية، إلا بعد الانفجار السكاني الذي نجم عن تحسين الخدمات الصحية على مستوى العالم كله. ومكافحة الأمراض وزيادة معدل المواليد، فزاد البشر من 2.5 مليار نسمة عام 1952 إلى 7 مليار نسمة عام 2011م. وهذا الكم الهائل في مدى ستة عقود ونيّف منذ عام (1952)؛ له ضغط شديد على التربة الزراعية والمواد الغذائية؛ والإسكان والمرافق العامة وتزايد معدلات المياه العادمة؛ والضغط على الخدمات الاجتماعية ووسائل النقل وغيرها.

وحتى نوجد التوازن بين الحجم السكاني وموارد البيئة، سواءً في المدينة أو القطر أو القارة، فلا بد من تنظيم النسل أولا، ثم إتباع التوصيات الأخرى والمتمثلة في ترشيد الاستهلاك، والإدارة الكفؤة وتخضير الأراضي شبه الجافة وتوفير المساكن والمرافق العامة، وتنقية المياه ومكافحة التصحر وغيرها.

أما فيما يتعلق بمحتويات هذا الكتاب، فهناك فصل تمهيدي عن علم البيئة. أما الفصل الأول فيعالج المدخل إلى علم البيئة. وأما الفصل الثاني فيركز على دراسة مشكلة استنزاف الموارد وأسبابها. ويعالج الفصل الثالث، أسباب كوارث

---

(1) د. علي أحميدان: المدخل إلى علم السكان، عمان، دار الفكر، 2002، ص79.

المجاعات في العالم. أما الفصل الرابع، فيركز على إنتاج الغـذاء وإمكانياتـه والثـورة الخضراء والمتمثلة في استنباط سلالات نباتية وحيوانية، قادرة علـى إحـداث زيـادة رأسية كبيرة في الإنتاج. بالإضافة إلى تقنين وترشيد حاجات المحاصيل الزراعية؛ من المياه والأسمدة واختيار المبيدات التي لا تبق في التربة إلا لبضـع سـاعات معـدودة، والعزوف كلياً عن استخدام المبيدات السامة كمـادة الديلـدرين (Dieldrin)، الـتي تبقى بالتربة ثابتة لمدة لا تقل عن ثمانٍ سنوات!؟

والاستعاضة عن كل ذلك بالمكافحة الحيوية إن أمكن ذلك. فالمحافظـة علـى وسائل وطرق تخزين الحبوب الغذائية، كمحاصيل استراتيجية وحفظها في صـوامع الغلال العصرية كمـا تفعـل الـدول المتقدمـة، أصـبحت علـى غايـة مـن الأهميـة لمجتمعاتنا العربية.

ويعالج الفصل الخامس منها، التعريف بمشكلة التلـوث ومكوناتـه ودرجاتـه المختلفة. كما يتناول الفصل السادس، أشكال التلـوث، كـالتلوث المـائي والهـوائي والأرضي، والمخاطر الناجمة عن أشكال هذا التلوث علـى البيئـة وإنسـانها. أمـا في الفصل السابع، فيركز على مظاهر وأخطـار التلـوث الهـوائي وتـأثيره علـى المنـاخ والضوضاء. وأمـا في الفصـل الثـامن فيركـز علـى التلـوث الهـوائي وتـأثيره علـى الكائنات الحية والمعادن والدورات الجيوكيماوية.

بينما يتناول الفصـل التاسـع، دراسـة التلـوث الأرضـي والنفايـات الصـلبة وطرق التخلص منها بوسائل عصرية، أما الفصل العاشر فيركز على دراسة الموارد الطبيعية (كالماء العذب والهواء والتربة)، ومظاهر استنزافها وصيانتها.

ويعالج الفصل الحادي عشر أهمية النباتات والحيوانـات البريـة والبحريـة في الغلاف الحيوي وحمايتها، بينما يعالج الفصل الثاني عشـر أهميـة الطاقـة والمعـادن الفلزية في النظام البيئي، وارتكاز الثورة الصناعية في تقنيتها الأولى والثانيـة عليهـا.

كما يركز الفصل الثالث عشر، على خطورة التصحر من حيث أشكاله ودرجاته ومؤشراته، وانعكاسه سلباً على الأراضي الزراعية.

أما الفصل الرابع عشر فيتناول توزيع التصحر في العالم وعلى مستوى الوطن العربي، بينما يركز الفصل الخامس عشر على مقاومة ومكافحة زحف التصحر على المعمور من الأرض عربياً وعالمياً. ويعالج الفصل السادس عشر سخونة الأرض وعلاجها وقد اختتم الكتاب بالفصل السابع عشر بالخاتمة والتوصيات، والتي تقلل لحد كبير من استشراء مشكلات البيئة وانعكاسها سلباً؛ على حياة الإنسان والنبات والتربة والمياه والطاقة، إن لم يتعاون الجميع، حكومات وشعوب وأفراد للتصدي لغزوها لهذا المجتمع العصري.

وأخيراً أرجو أن يكون عملي هذا فائدة للطلبة الدارسين والباحثين وأن يكون إرضاءً لله تعالى.

أهداف علم البيئة

أما أهداف علم البيئة فيمكن حصرها فيما يلي:

1. تقليل استنزاف الموارد الطبيعية من خلال إيجاد وسائل تقنية حديثة، وإعادة الاستخدام من تلك الموارد، بالإضافة للبحث عن موارد بديلة.
2. تشخيص بعض المشكلات البيئية، وتحديد عناصرها الطبيعية والبشرية، واختيار أنسب الحلول لمعالجتها والتصدي لها. وهذا ما تم في بعض الدول المتقدمة مثل ألمانيا.
3. مكافحة التصحر بدرجاته المختلفة في الكرة الأرضية، وهي الآفة الخطيرة التي تعاني منها حواف الصحراء الكبرى الأفريقية، وشبه الجزيرة العربية، خاصة في حواف البوادي العربية (المناطق الحدية) وتدمير الأشجار والشجيرات الرعوية.
4. تحميل مسببي التلوث، مسؤولية معالجة المياه والتربة والهواء، والمدمّرة كيمائياً بالمواد السامة والغازات الخطيرة، وإعادة ترميمها من جديد.
5. توعية المواطن بأهمية حماية البيئة، وإقناعهِ أن حمايتها أمر مقدس، وليست مسؤولية الدولة أو الحكومات فقط، وإنما هي مسؤولية الطلبة في المدارس والكليات المتوسطة والجامعات والمؤسسات الحكومية والشعبية، حيث أن الإنسان في سلوكياته الخاطئة اتجاه البيئة، قد بلغ حداً ينذر بالخطر، وأحدث اختلالات بيئية عجزت عنها الأنظمة البيئية الطبيعية في قدرتها على الاحتمال والاستيعاب. مما أدى لتهديد حياة الإنسانية بوجه عام، فوق سطح هذا الكوكب الذي هيأه الله سبحانه وتعالى، لنعيش عليه في طمأنينة وأمان وسلام.
6. توفير موارد المياه العذبة النقية للشرب، والاستخدام المنزلي والبلدي والزراعي والصناعي، لسد حاجة المجتمع الذي يتزايد أفراده كل يوم باطراد، ويزداد استهلاكه من هذا المورد القليل باستمرار، الأمر الذي يقتضي التوسع في سياسة

التنقيب عن مصادر أخرى، والترشيد في الاستهلاك على جميع المستويات المحلية والإقليمية والعالمية. ويعتبر وطننا العربي ومجتمعنا العربي- على وجه الخصوص- من أكثر البيئات في العالم حاجة للمياه العذبة ومكافحة التصحر بالتخضير.

7. التوسع في استخدام مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة، كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وطاقة المد والجزر وطاقة الأمواج البحرية والطاقة الأرضية والطاقة العضوية وغيرها. وذلك للحد من استنزاف موارد الطاقة الحفرية كالفحم ومشتقات البترول والغاز الطبيعي والترشيد في استهلاكه.[1]

8. ترتيب وتنظيم تبادل المعلومات والخبرات، مع جميع الدول المتقدمة والنامية في مجال البيئة، كالتصدي لغزو الجراد والتصحر وانتشار الغازات السامة؛ وتآكل الأراضي المغطاة بأشجار الغابات والشجيرات الرعوية، بوساطة الأجهزة الإعلامية من مرئية ومسموعة ومقروءة، واستخدام الأقمار الصناعية في إعطاء الصور الملونة، لهذه المشكلات الواقعة على سطح اليابسة.

9. لكل فعل في البيئة رد فعل، ولكل سلوك في المجتمع ثمن!؟ فحيثما يسود الإنسان ويسيطر على البيئة خاصة، يجور عليها بوسائله التقنية المختلفة، وحينما يكون الإنسان متخلفاً وخاضعاً للطبيعة، يكون تأثيره فيها محدوداً للغاية. فهي الوعاء الحيوي للكائنات الحية (نبات، حيوان، كائنات مجهرية، إنسان)؛ وهذه كلها مجتمعة، مكملة لبعضها البعض. فإنْ دمرها فإنما يدمر نفسه. وعليه، فقد أصبح التكامل الحيوي أمرا على غاية من الأهمية بين الإنسان وبيئته.

(1) Sybil, .P.P.; Encyclopedia Of Environmental Science, New York, 1980, Pp.220-295

10. تصحيح الاعتقاد الخاطيء عند بني البشر، أن موارد البيئة الطبيعية والبشرية؛ هي دائمة ومستمرة في عطائها وبقائها لا تنضب إطلاقاً!! ولكنها في الواقع هي موارد منها الدائم والمتجدد ومنها الناضب الذي لا يتجدد على الإطلاق!.
11. تتصدر قضية البيئة وتلوثها، قائمة جدول أعمال النظام العالمي الجديد، خاصة في ظل التدهور البيئي الخطير، في كل أنحاء الكرة الأرضية. ويتكرر هذا التدهوروالانحطاط في البيئة العالمية، مع مطلع كل صباح على مدار السنة. بل إن هناك إحساسا عميقاً بأن الحياة الإنسانية والنباتية والحيوانية، قد أصبحت محفوفة بالأخطار. وقد بلغ الضرر البيئي في بعض المناطق من العالم، حداً لم يعد معه الإصلاح والترميم يأتي بأي نتيجة ايجابية، لأنه أكبر بكثير من القدرة البشرية على الإصلاح.
12. تدريب وإعادة تدريب العاملين لإيجاد جماعات مؤهلة، وذات كفاءة عالية، لتحقيق أهداف البيئة الرئيسة، من حيث الصيانة وتنمية مواردها الطبيعية وتلافي استنزافها.
13. التأكد على الاستغلال الراشد والمنظم لموارد البيئة، سواءً كانت بيئة غنية أم بيئة هشة وفقيرة، بحيث لا يؤدي الاستغلال البشري لإحداث الخلل في الأنظمة البيئية لأي منطقة أو إقليم في العالم.
14. تنظيم النسل لسكان العالم، وتخفيف حدة الانفجار السكاني، حيث بلغ عدد السكان عام 2013م نحو 7.2 مليار نسمة. وكلما زاد حجم السكان، كلما زاد ضغطهم على موارد البيئة، وأدى إلى نضوب المياه العذبة الجوفية وتلويث المياه العذبة السطحية واستشرى التصحر، وانقرض العديد من النباتات والحيوانات البرية وتعرضت التربة للتعرية والانجراف.
15. المحافظة على الحيوانات البرية والنباتات وخصوصاً المهددة بالانقراض.

16. معالجة التلوث بدرجاته المختلفة، بحيث يمكّن البيئة من استعادة فاعليتها؛ كما كانت قبل تعرضها للتلوث المائي والأرضي والهوائي.
17. ومن هنا، أصبح التعاون والتكاتف والتنسيق بين الأفراد والجماعات؛ والمجتمعات البشرية و صانعي القرار في الدول، أمراً لازماً لمواجهة هذه المعضلات البيئية، ليعيش الإنسان عام 2013م وما بعده في العقود القادمة في طمأنينة وأمان دون معاناة ومجاعات وتلوث أو مكابدة...

مشكلات البيئة

وأما أهم مشكلات البيئة فهي كما يلي:

1. استنزاف الموارد الطبيعية من الدول الصناعية المتقدمة. فبينما تشكل هذه الدول نحو 18٪ من إجمالي سكان العالم عام 2012م، فإنهم يستأثرون بنحو 80٪ من إجمالي دخل العالم. ويستهلكون نحو 70٪ من مصادر الطاقة فيه، منها 70٪ من المعادن ونحو 85٪ من الأخشاب، الأمر الذي سوف يؤدي إلى زيادة فقر الدول النامية وغنى الدول المتقدمة.
2. استنزاف طبقة الأوزون الحامية للغلاف الحيوي، من الأشعة المميتة "أشعة الفوق بنفسجية"، واستبدال غازات الكلوروفلورو بغازات عديمة الضرر على هذه الطبقة. وقد قدرت مساحة ثقب الأوزون بمساحة قارة أمريكا الشمالية كلها حينما قيست فوق القارة القطبية الجنوبية ((أنتاركتيكا)).
3. تآكل رقعة الأراضي الزراعية نتيجة لانتشار المدن والبلدات والقرى، بمساكنها وفنادقها وخدماتها الاجتماعية، وطرقاتها وحدائقها ومدافنها على الأراضي الزراعية، المورد الرئيس لإنتاج الغذاء، خاصة الأراضي المحيطة مباشرة بتلك المراكز العمرانية.
4. استشراء التصحر في المناطق الجافة وشبه الجافة، خاصة في وطننا العربي. فقد

تدمرت الأراضي الواقعة على حواف الصحاري العربية في الجناح العربي الأفريقي، والجناح العربي الآسيوي، فانعكس سلباً على المواشي وحرفة الرعي، وبالتالي على المنتجات الحيوانية وغلاء أسعارها الشديد.

5. تملح التربة في مساحات شاسعة في العالم، و في وطننا العربي على وجه الخصوص. كما حدث في سهل الجفارة في ليبيا العظمى وفي الأراضي الأردنية المروية في حوض الأزرق ووادي الضليل بالأردن، ووادي فاطمة قرب مدينة جده بالسعودية، نتيجة لسوء الاستغلال والسحب الجائر، من الخزانات المائية الجوفية المحدودة في تلك المناطق الهشة بيئياً.

6. تلوث المياه السطحية والجوفية في العالم، كمياه شواطىء البحار والمحيطات والخلجان والبحيرات والأنهار، وقتل الحياة النباتية والحيوانية فيها. كما تعرضت المسطحات المائية في وطننا العربي، خاصة في شواطىء مصر العربية على البحر المتوسط (الإسكندرية وبور سعيد)، بالمياه العادمة عام 1986م، وشواطىء بيروت، وتلوث مياه نهر النيل ونهر الزرقاء وسد الملك طلال بالأردن، ومياه الخليج العربي بالبترول أثناء الحرب الإيرانية- العراقية وغيرها خلال الثمانينات من القرن العشرين الماضي.

7. تعرض الحيوانات البرية للانقراض في العالم بوجه عام؛ ووطننا العربي على وجه الخصوص. ومن تلك الحيوانات البرية مثل{طائر الكندور العملاق الأمريكي، وثور البيسون الأمريكي وغزلان الرنة في روسيا وأمريكا، وغزلان المها العربية البيضاء في شبه الجزيرة العربية وبادية الشام، والحيتان البحرية في أعالي المحيطات كالحوت الأزرق والحوت الرمادي وأسماك السلمون وفرس النهر والتماسيح وغيرها}.

8. انقراض بعض الأشجار والشجيرات في وطننا العربي، نتيجة القطع الجائر والرعي الجائر، كأشجار البلوط في شمال المملكة المغربية، وأشجار البطم

والحور والسدر في البادية الأردنية، وخاصة على حوافها الغربية (منطقة الهامش الصحراوي)، واختفاء شجيرات القطف والحمض والرغل وشوك الجمال من منطقة الهامش الصحراوي، كمنطقة رعي رئيسة بالأردن. وكذلك الحال في المنطقة الشبه جافة غربي البحر الميت مثل بادية القدس وبيت لحم، ونهر الأردن حتى حدود بلديات نابلس ورام الله والقدس والخليل في السفوح الشرقية للضفة الفلسطينية.

9. تعرض التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة- خاصة المناطق المرتفعة- للانجراف بفعل النحت المائي والنحت الهوائي، وتراجع خصوبتها عاماً بعد عام، وتزايد السمّية في نسيجها الترابي، بفعل مبيد الديلدرين (Dieldrin) الأمر الذي أدى لانتقال هذه السموم إلى المنتجات الزراعية، وبالتالي إلى الإنسان والحيوان، فكانت آثارها خطيرة جداً.

10. انتشار أمراض الملاريا والبلهارسيا في الأراضي، التي تكثر فيها الترع والقنوات المائية المكشوفة، والبحيرات والسدود والمستنقعات والأهوار، مثل جنوب العراق ووادي النيل وبحيرة قارون بالفيوم وشبه القارة الهندية، الأمر الذي يقتضي مكافحة هذه الأمراض بكل جديّة وحزم.

قال تعالى: ﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ الآية 41 سورة الروم صدق الله العظيم.

الفصل الأول

المدخل إلى علم البيئة

الفصل الأول

المدخل إلى علم البيئة

ويشمل هذا الفصل النقاط الرئيسة التالية:

1. مفهوم علم البيئة.
2. النظام البيئي والوسط البيئي.
3. السلسلة الغذائية وشبكة الغذاء.
4. طبيعة العلاقة بين مكونات البيئة الطبيعية والبشرية.
5. التوازن البيئي.
6. الخلل البيئي.

مفهوم علم البيئة

هو العلم الذي يبحث في إيجاد العلاقة ما بين الكائنات الحية، سواء كانت نباتية أو حيوانية أو إنسان أو كائنات دقيقة، والوسط البيئي الذي يعيش فيه هذا الكائن الحي، ومدى تأثير هذا الوسط على الكائن الحي، وبالتالي تأثير الكائنات الحية على هذا الوسط. كما يشمل هذا العلم كل العناصر الطبيعية والحياتية التي توجد حول الكرة الأرضية، وعلى سطحها، وداخل جوفها، كالغلاف الغازي والغلاف المائي والغلاف الصخري من سطح الأرض، وأشكاله المختلفة من جبال وهضاب وسهول ووديان وما يعيش عليها من كائنات حية.

والترجمة الإنجليزية لعلم البيئة هي مصطلح (Ecology). حيث إن هذا المصطلح يمكن تقسيمه إلى جزأين، هما: الجزء الأول، (Eco) ومعناها باللغة اليونانية القديمة (Oikos) أي (البيت) أو (المنزل) أو (وسط المعيشة)، أو الوسط

البيئي ويترجم بالإنجليزية (Environment). أما الجزء الثاني، Logy فمعناه باللغة اليونانية القديمة (Logos) أي علم أو دراسة ويترجم (Study of).

وبناءاً عليه، فإن هذا العلم يتضمن دراسة عناصر البيئة الطبيعية والبشرية، التي تؤثر على علاقة الإنسان مع بيئته سلباً كان أو إيجاباً، فمنذ أكثر من أربعة عقود خلت؛ أخذت الدول المتقدمة تولي البيئة سواءً الطبيعية منها أم البشرية، اهتماماً أكثر بعدما دق ناقوس الخطر، وظهرت النتائج السلبية لسلوكيات الإنسان، اتجاه البيئة، بعناصرها ومكوناتها الطبيعية والبشرية؛ ممثلة في التلوث بأشكاله المختلفة وبالتصحر وتملح التربة، ونضوب المياه الجوفية في المناطق الجافة وشبه الجافة، نتيجة السحب الجائر، واختفاء مساحات شاسعة من الأراض الغابية والرعوية، نتيجة القطع الجائر، والرعي الجائر واندلاع الحرائق بين الفينة والأخرى؛ بالإضافة إلى تراجع خصوبة التربة لسوء الاستخدام الزراعي، وزيادة السمية في المنتجات الزراعية من المبيدات الكيماوية كمادة الـ دي. دي. تي (D. D. T)، وتآكل طبقة الأوزون الواقية للغلاف الحيوي، بالإضافة إلى التزايد السكاني المطرد في العالم، خاصة في المدن المتروبولية، وانتشار المجاعات والفقر والبطالة وسوء التغذية بين المجتمعات البشرية، خاصة المتخلفة منها؛ كلها مجتمعة، دفعت الدول المتقدمة، منذ مؤتمر مدينة ستوكهلم بالسويد عام 1972م، ومؤتمر مكافحة التصحر في نيروبي عام 1977م، وماتلاها من مؤتمرات بهذا الصدد حتى يومنا هذا عام 2013م، بالمحافظة على موارد البيئة الطبيعية والبشرية واتزانها لتستمر في العطاء لهذا المجتمع البشري، والذي يعد مجتمعنا العربي والإسلامي جزء من المجتمع العالمي بأسره، والذي أصبح يدعى (القرية العالمية) في وقتنا الحالي عام 2013م.

النظام البيئي

ويمكن تعريف هذا النظام؛ بأنه ذلك التفاعل المنظم والمستمر، بين عناصر

البيئة الحية وغير الحية؛ وما ينجم عن هذا التفاعل بين هذه العناصر من دوام واستمرارية التوازن البيئي بينها جميعاً. حيث أن هناك علاقات وارتباطات وظيفية معقدة، تربط بين عناصر البيئة بنوعيها الطبيعي والحيوي؛ في انسجام دقيق، هو الذي يطلق عليه بالنظام البيئي. وحينما يتدخل الإنسان بسوء سلوكياته أو استغلاله؛ ويُحدِث خللاً في هذا النظام الدقيق؛ تقع الكوارث البيئية التي لا تحمد عقباها على المجتمع البشري كله.

أما مكونات النظام البيئي: Components of Eco Systems فتشمل مجموعة العناصر المستهلكة (Consumers) مثل الحيوانات العاشبة والحيوانات اللاحمة والإنسان، بالإضافة إلى مجموعة العناصر الحية المنتجة (Food makers) التي تشمل النباتات، وهي العناصر التي تصنع غذاءها بنفسها من عناصر المجموعة الأَوْلى. أما مجموعة العناصر غير الحية فتشمل الماء والهواء والتضاريس والمعادن والطاقة والتربة وغيرها.

وتأتي أخيراً مجموعة المحللات (Decomposers) والتي تقوم بتحليل المواد العضوية، إلى مواد يسهل امتصاصها. وتشمل كل من الحشرات والبكتيريا والفطريات. ولو نظرنا إلى هذه المجموعات الأربع المكونة للنظام البيئي، لوجدنا أن هناك سلسلة بين العلاقات الوظيفية فيما بينها[1].

أما الوسط البيئي، فيقصد به المكان أوالبيت الذي يعيش فيه الكائن الحي، والذي اختاره ذلك الكائن سواء أكان إنساناً أم حيواناً أم نباتاً، ومدى تأثيره في ذلك المكان، وانعكاس تأثير ذلك الوسط على الكائن الحي المعني بالدراسة. أي أن هناك علاقة متبادلة بين الكائن الحي ومنزله الذي يعيش فيه.

(1) د. مصطفى عبد العزيز، الإنسان والبيئة، القاهرة، 1978.

السلسلة الغذائية وشبكة الغذاء: (دورة الحياة على اليابسة)

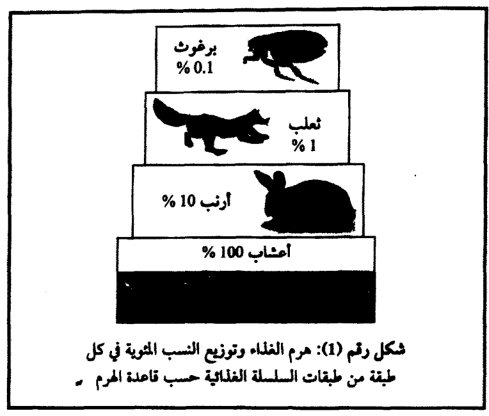
يعرف النظام البيئي، بأنه وحدة الحيز التي تضم مجموعة من الكائنات الحية، في حالة تفاعل وتوازن فيما بينها، ضمن إطار الظروف الفيزيائية والكيميائية المحيطة بها. وتحتوي دراسة النظام البيئي على جوانب عديدة أهمها، سلسلة الغذاء وحركة الطاقة والطبقات الغذائية وأنواع الكائنات الحية وتبادل المواد الكيميائية بين المادة الحية وغير الحية.

جدول رقم (1) تبادل المواد الكيماوية بين المادة الحية وغير الحية وأنواع الكائنات الحية.

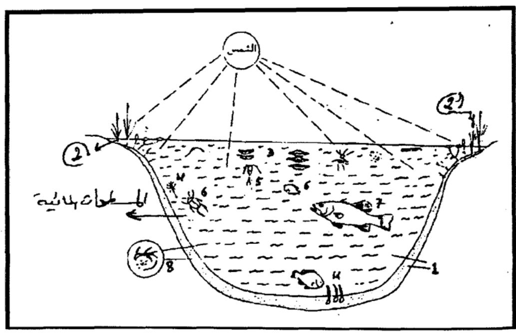
النباتات الخضراء (Green Plants)	المنتج Producer	الطبقة الغذائية الأولى First Trophic Level
آكلات الأعشاب (Herbivores)	المستهلك الأول Primary Consumer	الطبقة الغذائية الثانية Second Trophic Level
آكلات اللحوم (Carnivores)	المستهلك الثاني Secondary Consumer	الطبقة الغذائية الثالثة Tertiary Trophic Level
أكلات اللحوم العليا (High Carnivores)	المستهلك الثالث Thertiary Consumer	الطبقة الغذائية الرابعة Fourth Trophic Level
الحشرات والطفيليات Insects And Parasites	المستهلك الرابع Quartic Consumer	الطبقة الغذائية الخامسة Fifth Trophic Level



النظام البيئي والطاقة



شكل رقم (1): هرم الغذاء وتوزيع النسب المئوية في كل طبقة من طبقات السلسلة الغذائية حسب قاعدة الهرم .



شكل رقم (2): النظام البيئي لبركة مائية

النظام البيئي لبركة مائية

يتكون هذا النظام من الوحدات التالية:

1. المواد غير الحية.
2. المنتج: نباتات ذات جذور.
3. المنتج : نباتات معلقة في الماء.
4. المستهلك الأول: آكل نبات القاع.
5. المستهلك الأول : آكلة الأعشاب من حيوانات معلقة.
6. المستهلك الثاني: آكلات اللحوم.
7. المستهلك الثالث: آكلات اللحوم.
8. البكتيريا والفطريات التي تعيش على المواد العضوية المتحللة (عن Odum 1971).

1. سلسلة الغذاء وشبكة الغذاء:

تعرف عملية انتقال الطاقة من النباتات إلى آكلات الأعشاب، ومن ثم إلى آكلات اللحوم من الحيوانات باسم السلسلة الغذائية. وتتكون هذه السلسلة الغذائية من عدد من الوحدات، تختلف باختلاف النظام البيئي، كما يطلق على سلسلة الغذاء اسم شبكة الغذاء، إذا ما زاد عدد وحداتها من النباتات والحيوانات عن خمس وحدات. فعلى سبيل المثال، تسمى العلاقة الغذائية، بين الأزهار والفراشات والطيور الصغيرة والصقور بالسلسلة الغذائية. أما ما نلاحظه من علاقات غذائية معقدة؛ بين النباتات والحيوانات في الشكلين التاليين[1] فيقع تحت

(1) شكل 3 + شكل4.

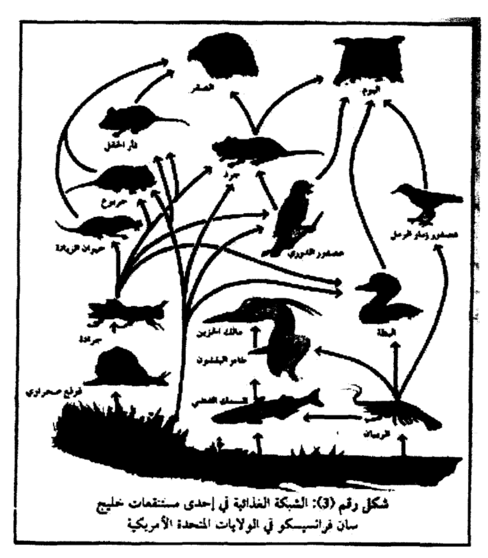


عنوان الشبكة الغذائية، وذلك لكثرة الكائنات الحية وتداخل الاحتياجات الغذائية فيما بينها.

أ) وسنتناول السلسلة الغذائية فوق اليابسة

وتضم هذه السلسلة نباتات اليابسة الخضراء، من أشجار وشجيرات وأعشاب، تمتلك الإمكانات لصنع المواد الغذائية من مواد أولية بسيطة (الماء وغاز ثاني اكسيد الكربون والمعادن بوساطة ضوء الشمس)، وجزء من المواد الغذائية، تصنعه لبناء أجسامها وتأمين الطاقة اللازمة لأنشطتها الحيوية البسيطة. وتستهلك الجزء الآخر وهو (الأكبر)؛ لبناء أوراقها وسيقانها وجذورها وثمارها وهي (مجموعة العناصر الحية المنتجة).

وتحصل النباتات الخضراء على الأملاح والماء من التربة، بوساطة جذورها حيث ينتقل المحلول الممتص عبر أوعية خاصة إلى الأوراق. وفي الأوراق سيلتقي غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء الذي يدخل من خلال المسامات الموجودة في الأوراق. وفي الأوراق توجد مادة اليخضور (الكلوروفيل) التي لها القدرة على امتصاص الطاقة الضوئية الصادرة عن الشمس. وتعمل هذه الطاقة على تفاعل الماء وثاني أكسيد الكربون، مما ينتج عنه تمثيل المواد الغذائية، فتتغذى الأوراق والأغصان ومن ثم الساق فالجذور من ذلك الغذاء.



شكل رقم (3): الشبكة الغذائية في إحدى مستنقعات خليج سان فرانسيسكو في الولايات المتحدة الأمريكية

وتدخر الطاقة الشمسية بصورة أخرى طاقة تعرف بالطاقة الكيماوية، والمواد التي تنتج عبارة عن مواد سكرية، يقوم النبات بتحويلها (تعقيدها) إلى النشا، كما هو الحال في الحبوب كالحنطة والشعير والأرز. كما يصنع النبات أيضاً من هذه المواد؛ مواداً بروتينية كما هو الحال في أنواع البقوليات المختلفة كالحمص والفول والعدس والبازيلاء، ومواد دهنية كما في الزيوت النباتية كزيت السمسم وزيت الزيتون وزيت عباد الشمس والقطن وغيرها.

وعليه، نستطيع القول، إن النباتات تنتج الغذاء، (وهي صانعة الغذاء)، وهو ما يطلق عليه مجموعة العناصر الحية المنتجة حيث أن:

ماء+ ثاني أكسيد الكربون مع أشعة ضوئية+ نشا= أشعة ضوئية كلوروفيل ← سكر

$$6\,H_2O\ +\ 6CO_2 \rightarrow\ C_6\,H_{12}\,O_6\ +O_6 + O_2$$

أما المجموعة الثالثة؛ فهي مجموعة العناصر الحية المستهلكة ضمن مكونات النظام البيئي، والتي تضم الحيوانات العاشبه والحيوانات اللاحمة والإنسان. فالحيوان والإنسان مستهلكان للغذاء ولا يمكنهما صنعه. فبعض الحيوانات العاشبة تتغذى على النباتات فقط، وتعرف بآكلات العشب وهي المستهلك الأول، مثل الأرانب والأبقار والأغنام والخيول... وإلخ. وبعض الحيوانات آكله اللحوم مثل الأسود والنمور والذئاب والضباع والطيور الجارحة والتماسيح، وتعرف بالحيوانات اللاحمة وهي المستهلك الثاني.

أما الإنسان، فهو آكل للنباتات والحيوان معاً، أي مختلط الغذاء ويمثل المستهلك الثالث.

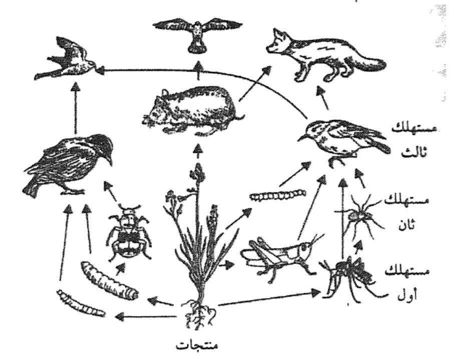
أما الفضلات التي تلقيها الكائنات الحية في البيئة فهي المستهلك الرابع وتقوم بتحليل الجثث وأوراق النباتات وبقاياها، فهي مواد معقدة التركيب، حيث تقوم مجموعة المحللات بتحليل هذه الفضلات المتنوعة والمعقدة التركيب؛ إلى مواد أولية سهلة الامتصاص، معيدة بذلك مكوناتها إلى التربة من جديد. فهي دورة محكمة التنظيم تتألف من عناصر غير حية تدخل في بنيان عناصر حية، ثم تقود العناصر غير الحية إلى البيئة مرة ثانية، بعد أن تتحلل أجسامها بفعل الكائنات الحية الدقيقة... وهكذا. إنها في تفاعل مستمر مع بعضها البعض، كل منها يؤثر في الآخر ويتأثر به[1]. [2]

---

(1) شكل رقم4 يوضح السلسلة الغذائية فوق اليابسة.

(2) د. زين الدين عبد المقصود: البيئة والإنسان، الاسكندرية، 1981م.

قال تعالى: ﴿ وَٱللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَآبَّةٍ مِّن مَّآءٍ فَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰ بَطْنِهِۦ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰٓ أَرْبَعٍ يَخْلُقُ ٱللَّهُ مَا يَشَآءُ إِنَّ ٱللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ قَدِيرٌ ﴾ الآية 45 من سورة النور، صدق الله العظيم.



شكل رقم (4): السلسلة الغذائية لدورة الحياة البرية فوق اليابسة

شكل رقم (5): السلسلة الغذائية لدورة الحياة المائية

ب. السلسلة الغذائية في المياه (أو دورة الحياة في الماء):

وتضم هذه السلسلة البيئات المائية كالبحار والمحيطات والبحيرات والأنهار. وهي تزخر بصور الحياة المائية المتنوعة ممثلة في الحيتان والأسماك والدلافين والعوالق المائية النباتية والحيوانية (البلانكتون)، والطحالب بأنواعها المختلفة. ولكن من أين لها الغذاء اللازم، لبناء أجسامها الحية للقيام بأنشطتها المختلفة. فالنباتات المائية الخضراء، لا يمكنها العيش على اليابسة، لأنها مهيأة للعيش داخل المياه، وأجسامها تحتوي على صبغة الكلوروفيل. ويمكن أن تعيش في المياه العذبة أو المالحة على حد سواء. وتدعى بالطحالب (Algae) وتحصل هذه الطحالب على غذائها من الوسط المائي، الذي تعيش فيه. وتكون الأملاح والغازات ذائبة في الماء. ويقوم الكلوروفيل بامتصاص الطاقة الضوئية اللازمة لصنع الغذاء، والتي تتم صناعته بنفس الطريقة التي تتم فيها عند نباتات اليابس الخضراء.

وفي المقابل تتغذى الأسماك الصغيرة على الطحالب. أما الحيوانات المائية الكبرى، فتتغذى على الحيوانات الصغرى، وهكذا تسمى بالسلسلة الغذائية. وكما تتحلل فضلات الحيوانات على اليابسة، تتحلل كذلك فضلات الأحياء المائية وجثثها بوساطة الكائنات المجهرية الدقيقة (البكتيريا والفطريات)، لتعود إلى عناصرها الأولية غير العضوية إلى الماء مرة أخرى؛ لتصبح غذاءً للطحالب من جديد.

والمثالان السابقان يوضحان التفاعل في أبسط صُورِه. فالبيئة ليست جامدة، بل إِنّ مكوناتها في تفاعل مستمر، عناصر داخله وأُخرى خارجة[1].

(1) شكل (5) يوضح السلسلة الغذائية في المياه.

أما عناصر البيئة غير الحية فتتمثل فيما يلي:

أ. الغلاف المائي: ويمثل نحو 97٪ من إجمالي المسطحات المائية وهي مياه البحار والمحيطات المالحة، بينما يشكل الماء العذب نحو 3٪ فقط منها نحو 2.35٪ متجمدة ونحو 0.65٪ مياه عذبه سائلة. ويقدر حجم الغلاف المائي كله بنحو 1.5 مليار كيلومتر مكعب.

ب. الغلاف الغازي: ويمثل الهواء بمكوناته من الغازات والأبخرة، وما يعلق بها من دقائق صلبة دقيقة مرئية، وغير مرئية، بالإضافة إلى الإشعاعات بأنواعها، ومن أهم هذه الغازات الأكسجين 21٪. والنيتروجين 78٪، وثاني أكسيد الكربون 0.03٪. ويقسم هذا الغلاف الذي يحيط بالكرة الأرضية إلى أربع طبقات رئيسة هي طبقة التروبوسفير والستراتوسفير وطبقة الميزوسفير وطبقة الأيونوسفير أو الثيرموسفير، وهي طبقات متميزه لكل منها سماتها وخصائصها الجوية.

جـ. المحيط اليابس (الغلاف الصخري): ويشمل الأجزاء الصلبة من الكرة الأرضية والتربة الزراعية، والتي تعد جزء من هذا الغلاف الصخري، بل هي أساس لحياة النباتات وبيئتها الصالحة لها. وتشمل كذلك معادن مختلفة تدخل في بناء الهيموجلوبين، كالحديد وبناء العظام كالكالسيوم وغير ذلك من المعادن الأخرى. أما العناصر الحية فتتمثل في الإنسان والطحالب والبكتيريا والفطريات والنباتات والحيوانات، حيث تتميز بالإحساس والحركة، والاغتذاء والنمو والتنفس خلاف العناصر غير الحية. ومن أمثلة النظم البيئية الغابة والبحيرة والبحر والنهر...الخ.

طبيعة العلاقة بين مكونات البيئة الطبيعية والبشرية

يطلق البعض على مصطلح الإيكولوجيا (Ecology) باللغة العربية وتعني البيئة. علماً بأن البيئة تعني باللغة الإنجليزية (Enviroment). إذ إن البيئة أشمل

وأوسع من كلمة الأيكولوجيا. بل تعرف الإيكولوجيا بأنها فرع من فروع علم الحياة، الذي يبحث في العلاقة بين الكائنات الحية والبيئات التي تعيش فيها؛ تؤثر فيها وتتأثر بها كعلاقة متبادلة. فلو لاحظنا شجرة في حديقة ما، فإننا نرى أنها تتأثر بالعوامل الطبيعية المحيطة بها؛ كماء التربة والأملاح المعدنية ومقدار الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. وضوء الشمس، ودرجات الحرارة والرطوبة.

كما أنها تتأثر بالعوامل الحيوية المحيطة بها؛ كالفطريات (Fungi) والديدان (Worms) والطفيليات المختلفة (Parasites) والحشرات (Insects). وجميعها تؤثر في الشجرة تأثيراً مباشراً. كما تؤثر الشجرة بدورها على البيئة المحيطة بها. فظلها يؤثر في درجة حرارة المكان، وأوراقها تعطي بخار الماء، لتؤثر في رطوبة الجو والأكسجين المنبعث من عمليات التمثيل الضوئي ليكون نسبة من الهواء الجوي، يستخدمها الحيوان أثناء عملية التنفس، ووقوفها منتصبه تعيق حركة الرياح الشديدة، وجذورها تشق لنفسها قنوات في التربة مما يساعد على تفتتها.

وإذا كانت البيئة الطبيعية بوجه عام، تعالج الظواهر الطبيعية كدراسة المناخ والأرض والغطاء النباتي، والتربة والحياة البرية والبحرية، فإن البيئة البشرية تعالج السكان والنظم وتتكيف مع أنشطة الإنسان المختلفة وما يبذله من جهود في السيطرة على المناطق الصحراوية والمائية والغابية والرعوية.

أما البيئة الحضرية، فتتناول دراسة المدن واستخدامات الأرض فيها، وسماتها ومرافقها العامة وطرقاتها وخدماتها الاجتماعية، والتصحر الحضري على أراضيها الزراعية المحيطة بها، ومستوى التلوث بأشكاله المختلفة. وتعتبر المدينة نسقاً غير كامل. فبالرغم من نمو الإنتاج الزراعي، إلا أنه لا يكفي حاجة سكانها بسبب صغر مساحة الأراضي الزراعية المحيطة حولها. الأمر الذي يقتضي استيراد معظم غذائها

من خارج حدودها الإقليمية الوظيفية، بل ربما كانت حاجاتها للمزيد من الأرض، هي من أكثر الحاجات إلحاحاً بسبب تزايد سكانها المطرد والمتسارع والذي لا يعرف التوقف ما دامت المدينة قائمة[1].

كما تعالج البيئة الاجتماعية (إيكولوجية المدينة) وتأثير البيئة عليها، وأثر الإنسان فيها كعلاقة متبادلة. بجانب دراسة الخصائص الاجتماعية للمجتمع المدني، ومكافحة ظواهر اجتماعية في المدينة العصرية، كظاهرة الإجرام وشرب المخدرات، والمشردون للمناطق المتخلفة في أحيائها السكنية، ووضع الحلول الناجعة لتلك المشكلات الاجتماعية.

وهناك البيئة الاقتصادية التي تركز على دراسة العمل والبطالة، ومستويات الدخل والمعيشة والتضخم، والفقر وسوء التغذية والإنتاج الغذائي، ورأس المال وتسهيل القروض الميسرة للمواطنين؛ لإقامة المشاريع الاقتصادية المجدية اقتصادياً لهم.

التوازن البيئي

ويعني قدرة البيئة الطبيعية على إعالة الحياة على سطح الأرض، دون إحداث مشكلات أو مخاطر بيئية، تنعكس سلبا على المجتمع البشري كافة. فحينما نلقي في بحيرة ما كميات من النفايات السائلة أو الصلبة فوق طاقتها، يقع الخلل في نظامها المائي البحيري، وينتهي الأكسجين من وسطها؛ وتموت الكائنات الحية فيها سواء أكانت نباتية أم حيوانية، وتتحول تلك البحيرة لبيئة مائية ميتة. أي حدث فيها

(1)Boughey, S. A.; Man And The Enviroment, An Introduction To Human Ecology And Evolution, New York, London, 1997, PP. 8-18.

عدم توازن بيئي. وما يقال عن البحيرة يمكن أن يندرج على أي نهر من أنهار العالم في الأقاليم المختلفة. إذ يبقى توازنه البيئي سليماً إلى أن يتدخل الإنسان بسلوكياته الخاطئة؛ فيحدث عدم التوازن البيئي فيها.

أما الخلل البيئي

فيحدث في النظام البيئي؛ حينما تعجز قدرات هذا النظام عن التخلص من الملوثات؛ التي وقعت في البيئة المائية مثلاً، مثل مياه النهر أو البحيرة أو شاطئ بحر أو قطع جائر لأشجار غابة ما، عندها تقع الكارثة التي تدعى بالخلل البيئي في ذلك النظام المنكوب، بسوء تصرفات الإنسان من إحداث التلوث أو القطع الجائر أو السحب المائي الجوفي؛ بطريقة جائرة، وتملح المياه ثم التربة فقتل المحاصيل الزراعية فيها[1]. ولذلك على الإنسان أن يعالج الخلل البيئي قبل وقوعه، فإذا أشارت مختبرات المياه إلى ارتفاع نسبة الأملاح فيها، يوقف ري التربة منها، وإن جَارَ الإنسان على الغابة في قطع الأشجار، غرس أشجاراً جديدة ليوازن بين ما يقطعه من الغابة وما يزرعه، وإن وجَدَ سحب المياه الجوفية سوف يؤدي لنضوبها أوقف سحِب المياه فوراً، وبذلك يتفادى الوصول إلى مرحلة الخلل البيئي عنده.

(1) Ibid.

الفصل الثاني

مشكلة استنزاف الموارد وصيانتها

الفصل الثاني

مشكلة استنزاف الموارد وصيانتها

1. الموارد المتجددة.
2. الموارد غير المتجددة.
3. مفهوم استنزاف الموارد.
4. أسباب استنزاف الموارد.
5. الصيانة والتخطيط.
6. الزيادة السكانية في العالم.
7. ضوابط النمو السكاني على مر العصور.

الفصل الثاني

مشكلة استنزاف الموارد وصيانتها

قبل الحديث عن معضلة نضوب الموارد الطبيعية، ودور التخطيط كأسلوب أمثل لحمايتها وصيانتها، ينبغي أن نحدد أولا ما هي الموارد الطبيعية وطبيعتها؟ تمثل هذه الموارد، المخزون الطبيعي الرئيس غير المستغل، والذي يستفيد منه المجتمع البشري كله دون استثناء؛ ممثلة فيما وهبه الله سبحانه وتعالى للبشرية من هواء وماء؛ وشمس وصخور، ومعادن فلزية ولا فلزية، وتربة خصبة ومتوسطة الخصوبة وفقيرة وصحراء. بالإضافة إلى الغطاء النباتي بما يحتويه من أشجار وشجيرات، وأعشاب وحشائش وأشواك طبيعية، بجانب الحيوانات البرية العاشبة واللاحمة، والحيوانات البحرية من حيتان ودلافين وأسماك وطحالب وغيرها من كائنات حية.

أو بمعنى آخر تشمل هذه الموارد الأغلفة الأربعة حول كرتنا الأرضية، وهي الغلاف الغازي والغلاف المائي والغلاف الصخري والغلاف الحيوي. وهذه السمة التي منحنا الله سبحانه وتعالى، إيّاها علينا أن نستغل منها بما هو متاح، لا نجور عليها، لنصل إلى نقطة الإختلال بالتوازن الطبيعي ومن ثم وقوع الكارثة.

وتنقسم هذه الموارد الطبيعية من حيث استمرارية عطائها إلى مجموعتين رئيستين هما:

أ. موارد متجددة: Renewable Resources.

ب. موارد غير متجددة: Non Renewable Resources.

الموارد المتجددة (Renewable Resources):

وتسمى الموارد الجارية (Flow Resources)، وهي تلك الموارد التي لا يخشى

عليها من خطر النفاذ. وتتصف في معظمها بأنها مـوارد حيويـة. Biotic R. وهـي وإن كانت موارد متجددة، ويمكن المحافظة عليها، إلا أنه بات يخشى عليها أيضاً من خطر الاتلاف والتدمير، بسبب التلوث الخطير والإفـراط الاسـتغلالي (الهـدمي). وتشمل هذه الموارد كل من الشمس والهواء والمـاء والنباتـات والتربـة والحيوانـات البرية والبحرية.

الموارد غير المتجددة (Non Renewable Resources):

وتشمل كل المعادن الفلزية واللافلزية، كالذهب والفضة والبلاتين والألمـاس والقصدير والنحاس والألومنيوم. أما المعادن اللافلزية فتشـمل الـبترول ومشـتقاته والفحم الحجري والنيترات والبوتاس والفوسفات وغيرها. وتسـمى هـذه المعـادن أحياناً بالموارد ذات المخـزون المحـدود، الـذي يتعـرض للنضـوب والنفـاذ. لأن مـا يستغل منها لا يمكن تعويضه، بل يصبح تعويضه عملية مستحيلة لحد كبير. أما فيما يتعلق بملكية هذه الموارد فتقسم إلى قسمين هما:

1. موارد شائعة الملكية (Un owned Resources).
2. موارد محددة الملكية (Owned Resources).

أما الموارد الشائعة الملكية، فتتمثل في الحيوانات البرية والمياه الجارية ومصـايد الأسمال خارج المياه الإقليمية للدول في العالم.

أما الموارد المحددة الملكية، فتتمثل في كل الأراضي التي تحتويهـا تحـت سـيطرة الدولة، ولا ينازعها في ملكيتها دول أخرى.

ويعتمد مدى توفر المـوارد علـى الوجـود الطبيعـي للمـورد ذاتـه؛ وطريقـة وظروف إنتاجه؛ خلال التقنية المتاحة، والتسهيلات الاقتصادية والمهارات الإدارية.

ولكي نحدد مستقبل مدى توفر مورد من الموارد، فإننـا نحتـاج بالضـرورة إلى معلومات عما يلي:

أ. الإنتاج الحالي.

ب. التغيرات التي تحدث في الظروف الاقتصادية وتؤثر على مستوى الإنتاج.

جـ. طبيعة ونوعية كمية الرصيد المتاحة لكل مورد من الموارد، سواء كانت متجددة أم غير متجددة.

وتكمن أهمية الموارد في كونها تلعب دوراً ثنائياً في سلسلة الحياة. إذ هي أساس وجود النظام الأيكولوجي (Eco system) من ناحية، والنظام الاقتصادي والاجتماعي من ناحية أخرى. ويعني هذا أنه لو حدث خلل في تركيبها أو في سوء استغلالها، أن يصاب كلا النظامين بالخلل والشلل التامين، وما يتمخض عن ذلك من أخطار بيئية جسيمة تمس البشرية جمعاء.

وعليه، أصبح من الأهمية بمكان انتهاج سياسة التخطيط السليمة والعاقلة، لصيانة هذه الموارد وحمايتها من أي تلف أو تدمير أو عبث من جانب الإنسان[1].

وفي الواقع نجد أن الإنسان منذ أن ظهر على سطح الأرض، وهو يحاول جاهداً استغلال هذه الموارد بما حباه الله سبحانه وتعالى، من مقدرة عقلية وجسمانية. وقد تفاوتت صور استغلال الإنسان لهذه الموارد مع مرور الزمن. فبينما كان في بدء حياته الأولى، جامعاً لقوته وملتقطا لغذائه، ثم انتقل بعد ذلك ليصبح صائداً وقانصاً، ثم راعياً ومزارعاً فصانعاً فتقنياً أخيراً. وقد كان في كل مرحلة من تلك المراحل، يقوم بتوسيع دائرة استغلاله لموارد بيئته الطبيعية، بما يتفق ويتواءم مع تزايده وتكاثره عددياً وبتفوقه حضارياً، حتى إذا ما وصلنا إلى النصف الثاني من القرن العشرين الماضي، حين بلغ الإنفجار السكاني حد الخطر، إذ وصل في شهر تشرين الأول من عام 1999م إلى نحو ستة مليارات نسمة؟ كما أخذ التقدم العلمي

(1) Dasmann, R. F; Environmental Conservation, 3ed. John wiley and Sons, Inc. New York, 1972, PP. 31-81.

والثورة التقنية في تلك الفترة، تفرض نفسها وتوسع من دائرة نشاط الإنسان، مما زاد في الضغط البشري على الموارد الطبيعية بصورة رهيبة. وبات يخشى عليها من خطر النضوب والاستنزاف السريع، بما يهدد حياة البشرية المتزايدة والتي تسعى لمزيد من الإنتاج وسد حاجاتها الضرورية.

وبناءً على هذا، أصبح التخطيط لصيانة موارد البيئة مسؤولية عالمية وليست محلية. بل أصبح الإنسان الحالي هو سيد البيئة، ملتزم أمام جيله والأجيال القادمة، بحماية موارد بيئته، وخلق بيئة أفضل، تضيق معها دائرة التلف والتدمير والإستنزاف، لنصل إلى الحد الآمن، وإلا وصلنا إلى نقطة الأختناق وهي النقطة الحرجة مع بيئتنا الجميلة هذه التي وهبنا الله إياها...

مفهوم استنزاف الموارد:

تعني كلمة استنزاف الموارد بوجه عام، تقليل قيمة المورد أو اختفائه عن أداء دوره العادي في سلسلة الحياة والغذاء. والحقيقة لا تكمن في خطورة استنزاف الموارد عند حد اختفاء مورد ما، أو تقليل قيمته، وإنما الأخطر من كل هذا، تأثير هذا الإستنزاف على ميزان النظام الإيكولوجي. ذلك أن استنزاف مورد من الموارد، قد يتعدى أثره إلى بقية الموارد الأخرى ومن هنا تتسع دائرة المشكلة، وتتداخل محلياً وعالمياً، بما يؤثر على النظام البيئي ككل.

أسباب استنزاف الموارد:

1. سوء التخطيط.
2. سوء استغلال الموارد.
3. الزحف العمراني على الأراضي الزراعية.
4. ضغط التزايد السكاني.

5. التلوث بأشكاله ومستوياته المختلفة.
6. الكوارث الطبيعية كانحباس الأمطار والزلازل والبراكين وغزو الجراد والفيضانات والأعاصير.

1. سوء التخطيط:

يعتبر التخطيط الدعامة الأساسية لمنع وقوع الكوارث البيئية، التي تحدث في بيئات الدول سواء المتقدمة منها أم المتخلفة. كما يعتبر التخطيط العلمي ذي الأسلوب الجيد والمدروس، برؤية شاملة للموضوع المعني بالدراسة؛ كفيلاً بحسن استخدام الموارد وحمايتها وتجنب الإختناقات فيها. ولهذا شاع التخطيط كمنقذ للبيئة من أخطار مشكلاتها العديدة. وقد أدركت الدول المتقدمة أهمية التخطيط - بعد أن دفعت ثمناً غاليا لجهلها بأهميته- فأصبح العنوان الرئيس في الدول المتقدمة عند المباشرة في استغلال الموارد. وإذا ما همّوا بالبدء في دراسة مشروع ما، قصدوا أهل الاختصاص من الإداري والاقتصادي، والمهندس المعماري والمدني والإحصائي ومهندس المياه الجوفية والسطحية والمناخ والتربة والغطاء النباتي؛ والجغرافي والجيولوجي والاجتماعي. وكل هؤلاء المختصين يصنعون خطة شاملة للمشروع والكل منهم يدلي بدلوه حتى يتجنبوا الوقوع في الكوارث البيئية المتوقعة من وراء ذلك المشروع.

فمثلاً نجد أن الأردن قد أنشأ قناة الغور الشرقية غير المغطاة، والتي تسحب المياه من نهر اليرموك بما معدلة 250 مليون متر مكعب سنوياً لري الغور الشرقي، علما بأن الفاقد من هذه القناة عن طريق التبخر والتسرب ما يزيد عن 75٪؛ ولو كان في تخطيط لتم إنشاء القناة مغطاة بدلا من تعرضها مكشوفة لدرجة حرارة الغور التي تتراوح ما بين 25-50 درجة مئوية طيلة فصول السنة، كما أن سوء التخطيط في الأردن قد أدى إلى تدمير المحمية المائية في واحات الأزرق، التي كانت

تغطي ما مساحته 4 آلاف دونم بالمياه العذبة عام 1968م؛ فانكمشت إلى مائتي دونم فقط عام 2000م!؟ بالإضافة إلى تدمير الحياة النباتية والحيوانية لإقليم الوسط في الأردن (مدن عمان والزرقاء والرصيفة ومأدبا).

فلو كان هناك تنسيق بين وزارة البيئة ووزارة المياه ووزارة الزراعة ووزارة التخطيط، لما وقعت مثل تلك الكوارث البيئية بالأردن. والأمثلة في العالم على سوء التخطيط هذا عديدة ومتنوعة. فقد قامت الحكومة السودانية ببناء سد الرصيرص على نهر النيل، لري مامساحته شرق النيل الأزرق في منطقة الرهد بنحو أربعة ملايين دونم، وبلغت سعة السد نحو خمسة ونصف مليار متر مكعب من المياه العذبة.

وقد تمت مرحلته الأولى بحجز نحو 2.5 مليار متر مكعب عام 1966م. وبالرغم من توفر مياه الري تلك، والأراضي الزراعية الجيدة، إلا أن السودان لم تستفد من هذا الخزان طيلة المدة حتى عام 1990، لأن أرض المشروع لم يتم إعدادها للزراعة؟!!

كما أن استراليا قد أدخلت ثمانية أزواج من الأرانب لأراضيها، فوصل عددها حالياً لنحو ملياري أرنب؟؟! الأمر الذي أدى إلى تدمير المراعي والمزارع. وقد استخدمت الحيوانات اللاحمة للأرانب لتفترسها وتوجد التوازن البيئي المطلوب، واستخدمت الصيادين لقتل الأرانب، ولكن دون جدوى؟ كما أدخلت زراعة التين الشوكي، ليكون علفا للماشية، فلم تستسغه الحيوانات ولم تقبل عليه. وأصبحت المساحة التي يغطيها تقدر بنحو 240 مليون دونم! كأراضٍ عديمة الجدوى وبدون فائدة؟!

لهذا كان عامل التخطيط للدول النامية والمتقدمة، هو البلسم الشافي من الوقوع في المشكلات البيئية سواء كانت طبيعية أم بشرية.

2. سوء استغلال الموارد:

كثيراً ما يؤدي سوء استغلال الموارد، من خلال جهل السكان وتخلفهم الحضاري، وتمسكهم بالتقاليد القديمة، إلى تلف وتدمير الموارد. ومما يزيد من حدة المشكلة أن معظم سكان العالم البالغ نحو 7.2 مليار نسمة عام 2013م، تغطي الدول النامية والمتخلفة نحو 82٪ من إجمالي هذا العدد. وهي الدول التي يتحكم في استغلال مواردها، طرق بدائية وأساليب فنية متخلفة، وبالرغم من فقرها وتخلفها، إلا أنها تمتلك موارد طبيعية وفيرة. إذ تحتوي في أراضيها ملايين الأطنان من المعادن الفلزية واللافلزية؛ ومنتجات الغابة والتربات الزراعية والثروات البحرية الهائلة، بجانب آثارها التاريخية وأماكنها الدينية المقدسة. وبالرغم من ذلك؛ فإن معظم هذه الموارد تتعرض للتلف والتدمير والإستنزاف السريع نتيجة سوء استغلالها.

ونستطيع أن نتخذ من مشروع وادي الظليل في الأردن مثلا على سوء الإستغلال، حيث أدى السحب الجائر للآبار الارتوازية التي تملّحت مياهها، وموت المحاصيل الزراعية القائمة على الري، وهجر المزارع كلية واللجوء إلى المدن في الزرقاء وعمان والمفرق. كما أن سوء التخطيط في تطبيق النمط الزراعي في أراضي الغور الشرقي القائمة على الري، والتوسع في زراعة محصول البندورة؛ أدى إلى عدم الربحية للمزارعين، من وراء هذا المحصول في عقد الثمانينات من القرن العشرين الماضي، فهجروا مزارعهم والتجأوا إلى المدن للبحث عن وظيفة حارس أو عامل عادي، بدلاً من الإستمرار في حرفة الزراعة. ويعزى سبب ذلك، إلى عدم التنسيق بين وزارة الزراعة والمزارعين، وعدم توفر المصانع لتصنيع الإنتاج الفائض عن حاجة السوق المحلي، وعدم تطبيق النمط الزراعي الذي ينظم قدرة السوق المحلي على استيعاب الإنتاج، وهذه الأسباب كلها مجتمعة كانت السبب وراء سوء الإستغلال، مثل باكستان التي توسعت في مشاريع الري لإرواء نحو 160 مليون دونم عام 1949م، فأدت تلك المشاريع إلى تدمير نحو 20 مليون دونم، بسبب سوء

الصرف وارتفاع نسبة الملوحة في التربة، وذلك بعد عشر سنوات من بدء تلك المشاريع. ولا تزال تفقد باكستان سنوياً مابين 200-400 ألف دونم لنفس السبب المذكور!؟

كما أن الحرائق التي تندلع في مناطق الغابات والمراعي بين الفينة والأخرى؛ نتيجة الإهمال أو رمي عود ثقاب بطريق الخطأ أو المتعمد، فيأتي على ملايين الدونمات حرقاً وتدميراً، مثلما حدث ويحدث في استراليا والولايات المتحدة كل عام.

فقد تعرضت مقاطعة فكتوريا بجنوب شرق استراليا؛ إلى اشتعال النيران في مناطق الغابات؛ فأدت إلى مقتل المئات من الأفراد، وتم تدمير 14 قرية وقتل ما لا يقل عن ربع مليون رأس من الماشية. وقد استمر الحريق من 18-22 شباط من العام 1983م. وأعلن رئيس أستراليا الحداد وإقامة صلاة الغائب على الموتى، وذلك نتيجة لسوء تصرف بعض الأفراد أو نتيجة لتخطيط مسبق، واستغلال هبوب الرياح والطقس الحار لتلك الكارثة!! وهنالك العديد من كوارث احتراق الغابات في الولايات المتحدة بولاية كليفورنيا عامي 1999 و2000م على التوالي، مستخدمين الطائرات التي لم تستطع السيطرة على الحريق، إلا بعد تساقط الامطار.؟

والخطورة لا تقتصر عند هذا الحد، وإنما يمتد أثرها بإحداث تغيرات في نوعية الأشجار والحشائش التي تسود البيئة المحترقة. وعادةً لا تتكرر الصورة النباتية الاولى بنفس النوعية والكثافة، فينجم عن ذلك وقوع الخلل في النظام البيئي للبيئة؛ الأمر الذي نتفاداه ولا نرغبه.

3. الزحف العمراني على الأراضي الزراعية:

لقد أدى تضخم المدن وتزايد حجمها، بشكل لم يسبق له مثيل في التاريخ

الإنساني، إلى زحف مبانيها وطرقاتها وفنادقها وخدماتها ومصانعها، على الأراضي المحاذية لها مباشرة. فاستولت على مساحات شاسعة، تعتبر من أجود أنواع الأراضي الزراعية المتاحة لتلك المدن الرئيسة. فثلث مساحة مدينة عمان عاصمة الأردن الإجمالية، والبالغة نحو 1700كم^2 عام 2013م، قد التهمتها المباني والطرقات بتلك المدينة خلال خمسة عقود فقط أي ما بين عامي 1959 إلى عام 2013م، في الأجزاء الخصبة من موضعها في النواحي الغربية والشمالية الغربية منها!؟

فما من شك لوكان في الأردن تخطيط إقليمي شامل، لما أصبحت تلك الأراضي الخصبة عبارة عن غابة من الإسمنت المسلح، ولكان توجيه التطور العمراني لتلك المدينة في النواحي الشرقية والشمالية الشرقية ذات التربة الفقيرة نسبياً. الأمر الذي يوحي للمرء بأن مثل هذا الزحف والامتداد العمراني، لا يتفق ولا يتواءم إطلاقا مع العرف التقليدي، لهذا السلوك اللائق داخل المدينة المتحضرة.

ولم يقتصر الأمر على الأردن كدولة نامية، بل يتعداه لدول أخرى مثل مصر. إذ أن الزحف العمراني فيها قد التهم مابين عامي 1960 إلى 1975 نحو 60 ألف فدان (240 ألف دونم). ولايزال الاعتداء على الأراضي الزراعية في مصر مستمر، الأمر الذي دفع رجال التخطيط المحلي والإقليمي، على الخروج إلى أراضي سيناء والعريش والوادي الجديد والطريق الصحراوي والساحل الشمالي، الممتد بين الإسكندرية ومرسى مطروح والسلوم، وذلك حماية لأراضي الدلتا الخصبة، ومنع جرف التربة النيلية لصناعة الطوب الاحمر.

كما يقول أحد الباحثين مثل بول اهريك (P. Ehlrick)، إن ولاية كاليفورنيا سوف تفقد نصف مساحة أراضيها الزراعية الجيدة بحلول عام 2020م! إذا ما استمر المعدل الحالي في بناء المساكن والمصانع والطرق والخدمات بهذا المستوى! ونستطيع أن ندرك خطورة تضخم المدن في حجمها والتوسع في رقعتها المبنية،

وإِنشاء مراكز عمرانية جديدة، تلتهم العديد مـن القـرى الزراعيـة المجـاورة، والـتي تعتبر من أهم وأثمن الموارد لتوفير الغذاء، في عالم يئن من الجوع ويشكو مـن سـوء التغذية!؟

جدول رقم (2- أ)

ويوضح الجدول التالي تضخم المدن المختارة التالية عام 2010م:

اسم المدينة	طوكيو وضواحيها	مكسيكوسيتي	كانتون Canton	سيؤول	شنغهاي	ساوباولو	دلهي	بومبي
عدد سكانها (مليون نسمة)	34	32	25.4	25.2	24.9	24	23.5	23.2

ويوضح الجدول التالي رقم (2ب) توزيع المدن التي يزيد عدد سكانها عـن واحد مليون نسمة كما يلي:

من واحد مليون- 2 مليون بلغ عددها 268 مدينة.

ومن 2.1 مليون- 3 ملايين بلغ عددها 85 مدينة.

ومن 3.1 مليون- 4 ملايين بلغ عددها 42 مدينة.

ومن 4.1 مليون- 5 ملايين بلغ عددها 25 مدينة.

ومن 5.1 مليون- 10 ملايين بلغ عددها 41 مدينة.

ومن 10.1 مليون فأكثر ← بلغ عددها 29 مدينة.

المجموع الكلي= 490 مدينة مليون في العالم عام 2010م.

وعليه، فإن الامتداد الحر والطليق للمدن العملاقـة، علـى مـا يجاورهـا مـن أراضٍ خصبة، هو تدمير لمورد طبيعي من الصـعوبة بمكـان ترميمـه مـن جديـد... الأمر الذي يحتاج لكل الاختصاصات في التصدي لمثل هذه المعضلة البيئية في العالم، والتي تؤدي إلى اجتياح ظاهرة التصحر الحضري، للأراضي الزراعيه الخصبة حـول المراكز الحضرية في العالم.

4. ضغط التزايد السكاني:

ما من شك أن للزيادة السكانية دوراً كبيراً في الضغط على الموارد المتاحة، وزيادة استهلاك الفرد الواحد. مما يؤثر بالتالي على الرصيد المتاح سواءً من الأرض الزراعية أو المياه والمعادن الفلزية واللافلزية. فلو افترضنا عدد سكان دولة ما عام 1950، كان يبلغ نحو سته ملايين نسمة، وفي رقعة زراعية تقدر بنحو ثلاثة ملايين دونم زراعية ومليون دونم أراضي غابية ورعوية. وأصبحوا بعد مرور خمسة عقود ونصف نحو ثلاثين مليون نسمة. فماذا يحدث لموارد تلك الدولة؟

فبعد أن كان نصيب الفرد نصف دونم أصبح نصيب الفرد عُشر دونم أي نحو 100متر مربع فقط؟؟ وإذا كان الفرد يستهلك يومياً عام 1950 عشرة لترات من الماء أصبح يستهلك المجتمع كله عام 2002 نحو 300 ألف متر مكعب. وإن كان الفرد يقطع من الأشجار نحو 10 كيلو غرامات للوقود، أصبح يستهلك يومياً عشرة كيلو غرام×30 مليون= 300 مليون كغم، أي 300 ألف طن من الأخشاب يومياً، وإذا كان يلقي الفرد يوميا نحو 5 لترات كمياه صرف صحي عام 1950م، أصبح المقدار في عام 2002 نحو 150 ألف متر مكعب بدلاً من 30 ألف متر مكعب يومياً عام 1950م، عندها ندرك أنه مع الزيادة السكانية المطردة على الأراضي الزراعية والغابية وكذلك الضغط المطرد على الموارد الرعوية، إذا لم تعاد زراعة تلك الغابات والمراعي كما تفعل الدول المتقدمة فسوف تؤدي لأزمات متلاحقه على أراضي تلك الدولة.

وبشكل عام يمكن تقسيم التغير في عدد الأفراد إلى ثلاثة أقسام رئيسة

1. انخفاض عدد الأفراد في المجموعة أ. بسبب هرم الشيخوخة.
2. ثبات عدد الأفراد في المجتمع بسبب الهرم الناضج للمجتمع.
3. زيادة في عدد الأفراد بالمجتمع بسبب أن هرم السكان شاب.

ويمكن ملاحظة ذلك من الأهرامات السكانية التالية:



شكل رقم (6)

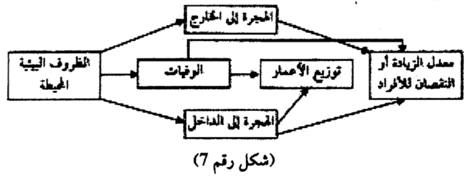
توزيع النسب المئوية لأفراد المجتمع في كل هرم سكاني:

يوضح الهرم (أ) تناقص عدد الأفراد.

يوضح الهرم (ب) ثبات عدد الأفراد.

كما يوضح الهرم (ج) تزايد عدد الأفراد.

وتؤثر المعتقدات الدينية والظروف البيئية على تزايد السكان أو تناقصهم في هذه الأهرامات السكانية الثلاثة.



(شكل رقم 7)

شكل رقم (6 و7): رسم تخطيطي يبين الأسباب الرئيسة في زيادة أو نقصان عدد الأفراد في المجموعة

وإذا كان عدد سكان العالم 1960 نحو ثلاثة مليارات نسمة، وأصبح في عام 2013 نحو 7.2 مليار نسمه، معنى ذلك سوف تزيد معدلات استهلاك المجتمع العالمي، مما يعرض العديد من الثروات المعدنية الفلزية واللافلزيه للنضوب والنفاذ. وحتى إذا كانت الموارد متجددة أو قابلة للإحلال، فإننا لا نستطيع أن ننطلق بأساليب استغلالها إلى ما لا نهاية. لأنها كثيراً ما تخضع لقانون الغلة المتناقصة

(Diminishing Return). أي أن كميه العائد تتناقص بالنسبة لحجم وقيمة الجهد المبذول لزيادة الإنتاج.

فالإفراط الاستغلالي (Over-Exploitation) كالإفراط الغابي (Over-cutting) أو الرعوي (Over Grazing) مثلا، سوف تؤدي بنا إلى فقدان البيئة لنظامها الإيكولوجي، وبالتالي تنعكس سلباً على النواحي البشرية والاقتصادية بالإقليم أو الدولة بوجه عام.

ففي الأردن نتيجة الرعي الجائر، تحولت مساحات شاسعة في منطقة الهامش الصحراوي، على جانبي خط سكة حديد الحجاز، تقدر بنحو عشرين مليون دونم إلى أراض شبه متصحرة. وكذلك الحال في السودان تحولت مساحات كبيرة جنوب أرض البطانة في شرق السودان، إلى مناطق تغطيها الحشائش بدلا من الأشجار التي اجتثت!! كما أدى الإفراط الرعوي وقطع الأشجار حول مدينة الخرطوم؛ إلى تدمير شجرة السنط (Acacia)، والتي كانت تستخدم في صناعة الفحم النباتي. وحدث نفس الوضع في الجزائر، حيث أوضح الإيكولوجيون أن غابات شمال إفريقية قد اجتثت وحل محلها حشائش السهوب، والتي اختفت بدورها من معظم المناطق نتيجة الرعي الجائر لتتحول في النهاية إلى أراض متصحرة.

ونتيجة لهذه الحوادث البيئية، فقد أكد المؤتمر العالمي المنعقد في مدينة بون في ألمانيا؛ في شهر اكتوبر عام 1973 تحت عنوان:

(العالم الذي نعيش فيه The world we live in)، أن الإنفجار السكاني هو المسبب الأول، لتلك الكوارث البيئية. حيث طالب المؤتمرون كلهم، بأن تقوم كل حكومة بتثبيت أو تقليل عدد سكانها، بما يتفق وقدراتها الإنتاجية براً وبحراً. إذ لا يتوقع مع ضغط السكان الشديد في العالم، استغلالا عاقلا ورشيداً لموارد البيئة.

5. التلوث (Pollution):

يعتبر التلوث أحد الأسباب الرئيسة في استنزاف موارد البيئة، وتحويلها من موارد إيجابية منتجة ومفيدة؛ إلى موارد سلبية مدمرة غير منتجة، بل أحياناً إلى موارد ضارة بالبيئة. فعلى سبيل المثال نجد أن إلقاء ملايين الأمتار المكعبة من مياه الصرف الصحي، والمياه الحرارية الصناعية والمقذوفات الصناعية الكيماوية، في شواطئ البحار والمحيطات والبحيرات والخلجان والأنهار، قد أدى إلى استنزاف موارد الثروات البحرية من حيتان وأسماك ودلافين وأسماك القرش، وعوالق بحرية نباتية وحيوانية. وحيودمرجانية والأمثلة على ذلك عديدة وكثيرة في بحر البلطيق الذي تحول لبحر ميت، ونهر الراين الذي تحول لنهر خاوٍ من الحياة المائية، وبحيرة إيري بالولايات المتحدة وغيرها تحولت لبحيرة ميته.

كما أن التلوث الأرضي، قد تمثل في تزايد كميات النفايات في المدن، وتزايد الغازات السامة من عوادم السيارات داخل أجوائها؛ مما أدى لتسخين سطح الأرض بالإضافة إلى ارتفاع نسبة بقايا المبيدات في التربة الزراعية، الأمر الذي دفع الرجال المختصين في هذا المجال، على إرساء قواعد أحد أهم التخصصات العلمية في مجال التلوث البيئي (TOXICOLOGY – ECO) وهو علم السموم البيئية، وهو الذي يعالج مشكلة الآثار الضارة للملوثات البيئية السامة، وبعض الملوثات الفيزيائية الخطرة كالإشعاع الذري على التجمعات السكانية وطرق انتقالها وتحولها في البيئة. كما أن للتلوث الهوائي دوراً في تدمير الكثير من صور الحياة النباتية والحيوانية.

بالإضافة لما قامت به الكاتبة الأمريكية راكيل كارسون؛ في كتابها الذي نشرته عام 1963 تحت عنوان الربيع الصامت (The silent Spring)، وتناولت فيه الأخطار البيئية المتوقعة على البيئة من جراء الاستخدام المكثف، للمبيدات الكيماوية في مكافحة الآفات الزراعية، وما ينتج عنها من تدمير للتوازن الطبيعي

للأحياء في التربة. وقد أدى ذلك لبزوغ علم جديد مستقل يعرف بدراسات التلوث البيئي بالمبيدات.

وأياً كان التلوث البيئي مائياً، غازياً، أم أرضياً، فكل أشكاله تؤدي إلى إحداث خلل في النظام البيئي وإلى تدميره.

6. الكوارث الطبيعية:

وتشمل هذه الكوارث الزلازل والبراكين والفيضانات، والأعاصير وانحباس الأمطار وحرائق الغابات، وحركات القشرة الأرضية والمد والجزر في البحار والخلجان، وموجات المد البحري ((تسونامي)) Tsunami مما يؤدي إلى حدوث خلل في النظام البيئي، والتي تشمل بصفة رئيسة مايلي:

1. انبعاث الغازات السامة مثل غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S، وغاز ثاني اكسيد الكبريت SO_2 وغيرها؛ إلى الهواء أثناء انفجار البراكين، وتفجير الينابيع المعدنية أو انبعاث غاز الميثان CH_4، والمعروف بغاز المستنقعات، نتيجة التحلل اللاهوائي للمواد العضوية. هذا علاوة عن العديد من الغازات الأخرى ذات المنشأ الطبيعي، التي تؤثر بدورها في التوازن البيئي سلباً لا إيجاباً.
2. حدوث انجرافات التربة بملايين الأطنان، خاصة في الترابات ذات الانحدار العالي ولا يكسوها غطاء أخضر، بفعل السيول الجارفة، مما يؤدي بتحول المناطق الرعوية، إلى أراض منحدرة عارية من التربة والنباتات، فينعكس سلباً على حرفة الرعي، وبالتالي على الثروة الحيوانية.
3. تملح المياه بعد مرورها في مناطق ملحية طبيعية أو بسبب التبخر، أو بسبب السحب الجائر لموارد المياه الجوفية، والوصول إلى مستوى المياه المالحة، مما يجعلها غير صالحة للإستخدامات البشرية اليومية.
4. ظهور المواد الدقيقة العالقة بالهواء، كدقائق الغبار المتطايرة من رمال الصحاري،

والرماد البركاني وحبوب اللقاح والسناج الناجم عن الحرائق الطبيعية، للغابات والبراكين فيؤثر على التوازن البيئي سلباً.

5. انحباس الأمطار في دول الساحل الإفريقي بين عامي 1967-1976؛ أدى إلى تدمير الكثير من موارد البيئة النباتية والحيوانية، بالإضافة إلى موت الآلاف من السكان جوعاً، حتى إنه يقال إن جماعات الطوارق (Tuareqs) فقدوا نحو 1.5 مليون نسمة عام 1972م. قال تعالى: ﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَسَلَكَهُۥ يَنَـٰبِيعَ فِى ٱلْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِۦ زَرْعًا مُّخْتَلِفًا أَلْوَٰنُهُۥ ﴾ الآية 21 سورة الزمر.

6. كما أن الفيضانات لها دور بارز في هذا الصدد. فقد أدى إعصار البنغال عام 1970 إلى هلاك نحو 700 ألف نسمة، علاوة على مئات الألوف من رؤوس الماشية والمساكن المحاذية للشاطئ. كما أن الفيضان الذي تعرضت له الصين عام 1931 قد تسبب في هلاك نحو 3.7 مليون نسمة.

7. بالإضافة إلى الزلازل كعامل مدمر للمدن والمنشآت، فقد تعرضت إيران عام 1991 لزلزال مدمر، تسبب في موت نحو 37 ألف نسمة. كما تعرضت مدينة إزميت في تركيا في 17 آب 1999، إلى زلزال أدى لموت نحو 40 ألف نسمة وتدمير نحو 400 ألف وحدة سكنية. وتعرضت المغرب لزلزال مدينة أغادير عام 1960 وأودى بحياة نحو 15 ألف نسمة. كما تعرضت مدينة بام Bamm في إيران في 15/ 12/ 2003 لزلزال أدى لمقتل 50 ألف نسمة وتشريد وجرح 200 ألف شخص وبقوة 7 درجات على مقياس ريختر. كما تعرضت مدينة آشي Atchy الإندونيسية لزلزال بقوة 8 درجات على مقياس ريختر، وأدى لطوفان البحر عليها، وبقتل نحو 250 ألف نسمة في 27/ 12/ 2006، وكان مركز الزلزال على عمق 10 أمتار؛ من سطح جزيرة سومطرة وارتفعت مياه المحيط لنحو 10 أمتار واختفت بعض الجزر المرجانية الصغيرة من الوجود تماماً. وتعرضت مدينة سبتاك Spitak الأرمنية في 7/ 12/ 1988 لزلزال بقوة 7.5 درجة أودى بحياة 55

ألف نسمة. بالإضافة إلى كارثة نيوأورليانز بإعصار كاترينا في 28/ 8/ 2006. وموت نحو عشرة آلاف نسمة وخسائر قدرت بنحو 105 مليارات دولار.

الصيانة والتخطيط (Conservation & Planing):

ما من ريب في أن برامج الصيانة والتخطيط لموارد البيئة، قد أصبحت من الأهمية بمكان في القرن الواحد والعشرين الذي نعيش. حيث أننا لاحظنا من خلال ما ذكر سابقاً، أن الموارد الطبيعية تتعرض للإستنزاف بصورة أو بأخرى. ومن ثم أصبح التخطيط لصيانتها أمرا ضرورياً، تفرضه الرغبة في استمرار الوجود البشري على سطح الأرض. والحقيقة أن مفهوم الصيانة قد تغير من مجرد إقامة سور حول مزرعة ما، لأجل حمايتها من خطر الطيور والحيوانات، إلى مفهوم جديد أوسع معنى ومدى، يتمشى حقيقة مع طبيعة مشكلات استنزاف الموارد.

ويمكن أن نجعل هذا المفهوم الجديد، بأن الصيانة هي إطار إيكولوجي، يقوم بدراسة وتحليل تركيب عناصر البيئة الطبيعة ووظائفها، من أجل الاستخدام العاقل لمواردها، وفقاً لضوابط ومعايير معينة، بما يحقق بقاء الموارد كمصدر عطاء دائم، أو يبطئ نفاذه، ولقد أصبحت سياسة عدم التدخل التي كانت شائعة في القرون الماضية؛ أصبحت متعارضة مع سياسة وفلسفة التخطيط الشامل لموارد البيئة.

وعليه، أصبح من الصعوبة بمكان؛ وضع مقاييس ثابته وسليمة لصيانة الموارد دون الاعتماد على التخطيط العلمي الشامل لها. وقد نجمت سياسة التخطيط نتيجة للخلل الذي أصاب العلاقة القائمة بين الإنسان وموارد بيئته. ويمكن أن نجمل استراتيجية التخطيط لصيانة الموارد وحمايتها في الأسس التالية:

1. ضبط النظام الاجتماعي والاقتصادي بطريقة ما، بحيث يحافظ على عناصر النظام الإيكولوجي للبيئة من أجل الحياة. والطريق للوصول لمثل هذا الهدف، هو صيانة عناصر النظام الإيكولوجي الحرجة داخل حدود معينة، كمناطق

التصحر المقبول أو قطع الغابات الجائر وإمكانية ترميمها أو الرعي الجائر وحماية الأعشاب الرعوية.

2. تحقيق الكفاية الذاتية (Self Satisfaction) للسكان؛ دون إحداث خلل بعناصر البيئة ومواردها حالياً ومستقبلاً. وبالتالي فتطبيق استراتيجية التخطيط تقتضي تقديراً لكل العناصر الهامة، وتأثيرها على النظام الاجتماعي والاقتصادي البيئي.

وعليه، يتطلب الوضع مراعاة النقاط التالية وهي:

أ. حجم وطبيعة المورد؛ هل هو مورد متجدد أم غير متجدد؟

ب. تحديد الحجم المطلوب في الوقت الحاضر من هذا المورد؟

جـ. مدى تأثير العمليات البشرية على النظام البيئي.

د. تقدير الاحتياجات المستقبلية من الموارد في فترة زمنية محددة.

وما من شك في أن هذه الفلسفة التخطيطية تمثل في حقيقتها جوهر فلسفة صيانة الموارد الطبيعية. ويصبح التخطيط الذي يكفل لنا صيانة الموارد وحسن استغلالها بعقلانية، وتحقيق التوازن المطلوب بين الكم السكاني، وقدرة موارد البيئة على إعالة هؤلاء السكان، في مستوى معيشي معقول ومقبول، هو المحور الرئيس الذي، يجب أن تدور من حوله كل الجهود في دول العالم، صغيرها وكبيرها النامي منها والمتقدم لحماية البيئة.

ولا ننس قول الرائد الفضائي الأمريكي أولدرينOldrin، حينما وصلت سفينة أبولو إلى سطح القمر في 21 تموز من عام 1969 حيث قال: (إن أرضنا جميلة جداً وغالية جداً وثمينة جداً فحافظوا عليها)!!؟.

إنها دعوة لكل ذي عقل، يدرك أهمية وقيمة وحيوية كوكبنا الجميل؛ بين مجموعة الأجرام السماوية، لنبذل جميعاً، قصارى جهدنا من أجل حمايته وصيانته، قبل أن يخدعنا الوقت، ونندم في يوم لا ينفع فيه الندم ولا الشفاعة!!

إن المبادرة لازالت في أيدينا، وعلينا أن نعد العدة من الآن لوقف هذا التدهور والاستنزاف للموارد؛ واصلاح ما أتلفناه أو دمرناه، حفاظاً على مسيرة الحياة البشرية دون معاناة أو مخاطر بيئية رهيبة.

هـ. تنظيم النسل أمام التزايد السكاني المتسارع: وما ينجم عنه من ضغط على موارد البيئة.

و. زيادة الإنتاج الغذائي محلياً وإقليميا وعالمياً: لتتواءم مع معدل النمو السكاني خاصة في الدول المتخلفة.

ز. التوسع في تنمية موارد المياه العذبة سواء كانت جوفية أم سطحية: وتحلية المياه المالحة والتوسع في بناء السدود على الأنهار الجارية، لزيادة الرقعة الزراعية المروية على المستوى الإقليمي والدولي.

ح. التوسع في الثورة الخضراء: لتخضير ملايين الدونمات من الأراضي شبه المتصحرة في المناطق الحدية، بإعادة الحياة إليها بالترميم والمعالجة، كما هو الحال في جميع المناطق الواقعة في حواف الصحاري العربية والبوادي العربية والإفريقية.

ط. تشكيل إدارة محلية وإقليمية كفؤة: للمحافظة على موارد البيئة الطبيعية والبشرية.

ي. الاعتماد الكلي على التخطيط الإقليمي الشامل: لحماية موارد البيئة الطبيعية عربياً ودولياً، تفادياً لوقوع الكوارث البيئية التي لا تحمد عقباها.

الزيادة السكانية في العالم:

ما من شك أن للتزايد السكاني دوراً كبيرا في التأثير السلبي على موارد البيئة. فالفقر والتضخم والبطالة وسوء التغذية وانتشار الأمراض والمجاعات، والضغط على الموارد الطبيعية هي نتائج سلبية لهذا التزايد المطّرد.

لقد مر النمو السكاني في العالم في مراحل أربع، تباينت بين النمو المتناهي في البطء في المرحلة الأولى إلى النمو البطيء في المرحلة الثانية، ثم إلى النمو المعقول والمقبول في المرحلة الثالثة والنمو السريع والخطير في المرحلة الرابعة. وتعكس هذه المراحل العلاقة بين معدلات المواليد والوفيات. فقد شهد العالم في الواقع منذ ظهور الإنسان ليومنا هذا، ميلاد أعداد كبيرة من الناس؛ ولو قدرنا أن تاريخ ظهور الإنسان، يرجع إلى ما بين مليون إلى نصف مليون سنة، فإننا نقدر أن الكرة الأرضية، يمكن أن تضم حالياً ما بين 60-100 مليار نسمة!؟ علماً بأن حجم السكان العالمي حاليا يبلغ عام 2013م نحو 7.2 مليار نسمة فقط من إجمالي السكان، الذين ولدوا أحياء فوق سطح الأرض.

ويمكن القول إن الضبط الطبيعي، وهو ارتفاع معدلات الوفيات طيلة تاريخ الإنسان، باستثناء القرنين الأخيرين، كان حاسماً في وقف النمو السكاني السريع. وإذا كنا لا نمتلك تقديرات للسكان قبل عام 1650م، إلا أن بعض المهتمين بالدراسات السكانية، قد استطاع أن يصل إلى بعض الأعداد التخمينية؛ القائمة على أساس طبيعة الحرفة التي كانت سائدة في كل فترة، وربطها بالكثافة السكانية الحالية لهذه الحرف؛ وبالتالي تخمين عدد السكان بناءً على هذا الأساس.

ومن المعروف أن الزراعة لم تكن معروفة قبل ثمانية آلاف عام قبل الميلاد. وكان كل الناس قبل هذا التاريخ، يمارسون إما أسلوباً من الجمع والإلتقاط أو الصيد أو كليهما معاً. وإذا ما قدرنا أن نحو 20 مليون ميل مربع من إجمالي مساحة العالم والبالغة نحو 58 مليون ميل مربع، هي التي كانت تسمح ظروفها البيئية بممارسة هذا النمط من النشاط البشري وهو الجمع والصيد.

وإذا ما نظرنا إلى كثافة السكان في بيئة هذه الحرف في الوقت الحاضر، نجدها تعادل 1/4 نسمة للميل المربع الواحد، فإننا نقدر أعداد السكان قبل 8000 سنة قبل الميلاد، بنحو خمسة ملايين نسمة فقط. ثم جاءت الثورة الزراعية فأحدثت

استقراراً سكانياً، وثورة ديموغرافية نسبية، نتيجة لتوفر الغذاء وضمان الحصول عليه. كما قدر عدد سكان البشرية في أوائل العصر المسيحي بما يتراوح ما بين 200-300 مليون نسمة، ثم ارتفع العدد في عام 1650م إلى نحو 500 مليون نسمة. أي تضاعفوا في مدى 14 قرناً، ثم أصبح في عام 1850 نحو 1000 مليون نسمة. أي تضاعفوا خلال قرنين من الزمان. ثم ارتفع العدد عام 1930 إلى نحو 2 مليار نسمة. أي تضاعفوا خلال ثمانية عقود. وفي عام 1975 وصل عددهم إلى أربعة مليارات نسمة أي خلال 45 عاماً. وفي 12/ 10/ 1999 وصل عدد سكان المجتمع البشري في العالم كله، إلى ستة مليارات نسمة.! وإلى 7,2 مليار نسمه في 30/ 10/ 2013م. وإذا ما أخذنا معدل نمو السكان العالمي عام 1971 والذي بلغ نحو 2٪ فإن سكان البشرية سيتضاعف عددهم في مدى 35 سنة فقط!؟ أي أن عدد السكان ربما يصل إلى نحو ثمانية مليارات نسمة عام 2010م؛ وإلى حوالي 24 مليار نسمة عام 2050م إذا ما بقي المعدل هو نفسه 2٪.

ونستطيع من الجدول التالي، أن نتبين العلاقة بين نسبة الزيادة السنوية والفترة اللازمة لمضاعفة عدد السكان:

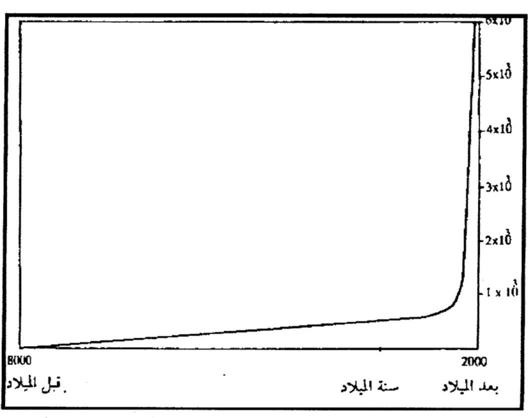
جدول رقم (3) العلاقة بين نسبة الزيادة السنوية للسكان والمدة اللازمة لمضاعفة عدد السكان.

نسبة الزيادة السنوية	الفترة الزمنية لمضاعفة عدد السكان
٪ 0.5	139 سنة
٪ 0.8	87 سنة
٪1	70 سنة
٪2	35 سنة
٪3	23 سنة
٪4	17 سنة

وإذا كانت معدلات النمو السكاني في العقود الثلاثة الأخيرة، من القرن الـ20م الماضي تشير إلى تزايد هذا المعدل بصفة مطردة، كما يوضحه الجدول السابق، إلا أن هناك مؤشرات توحي ببداية هبوط هذا المعدل كما هو موضح في الجدول التالي. إذ أن سنة 1970 كانت تمثل سنة القمة (Climax) بالنسبة لمعدلات النمو السكاني، ثم أخذت ملامح الهبوط في العام التالي مباشرة. فبينما كان معدل النمو عام 1970 نحو 2.1٪ هبط في عام 1971م إلى 2٪ كما يتضح من الجدول التالي:

جدول رقم (4) تذبذب معدلات النمو السكاني في العالم خلال ستة عقود من القرن العشرين الماضي.

السنة	1940	1950	1960	1970	1982	2002
المعدل ٪	٪1.1	٪1.8	٪2	٪2.1	٪1.9	٪1.7



شكل رقم (8): شكل يوضح نمو السكان في العالم منذ ثمان آلاف سنه وحتى الآن

ضوابط النمو السكاني على مر العصور:

يتضح لنا مما سبق، أن النمو السكاني قد مر في مراحل تراوحت ما بين المعدل المتناهي في البطء، والمعدل السريع جداً. ولعل هذا يبين لنا طبيعة العوامل التي ضبطت النمو السكاني على مستوى العالم. ويعزى سبب النمو السكاني السريع، وتزايده بشكل خفيف في العقود الأخيرة من القرن العشرين الماضي، إلى التغيرات التي طرأت على معدلات المواليد والوفيات، على عكس مما كانت عليه قبل ذلك.

فقد ظل معدل الوفيات لمدة طويلة جداً وهي فترة ما قبل الزراعة، في مستوى معدل المواليد تقريباً. حيث لم يكن الفرق بينهما كبيراً، وهي الزيادة الطبيعية التي لم تزد عن 0.02٪ سنوياً.

ومن هنا، كان النمو السكاني طيلة تلك الفترة متناهياً في البطء، ولكن مع بداية العصر الحجري الحديث (Neolithic Age) وظهور الثورة الخضراء، بدأت العلاقة تتغير بين المواليد والوفيات. وذلك بسبب توفر فائض الغذاء بصفة مستمرة نسبياً، واستقرار الإنسان في القرى وتخزين الفائض الغذائي في حاويات الفخار لفترات الشح والتقتير. وتخلص الإنسان من الجهد المضني في البحث عن غذائه. يومياً، وتلاشي الأخطار التي كانت تواجهه عند البحث عن غذائه، فكلها مجتمعة أدت إلى إطالة أمد الحياة (Man's Life Expectancy) وتزايداً عن المعدل الذي كان شائعاً قبل الزراعة، والذي كان يتراوح ما بين 25-30 عاماً فقط. ولكن لم يكن نمو السكان مستمراً ومطرداً بصورة منتظمة بعد الثورة الزراعية، بل واجهته الكثير من الضوابط المعوقة؛ التي حالت دون انتظام حركة التطور السكاني؛ من أهمها المجاعات والأوبئة والحروب، والتي أسهمت بدورها في ارتفاع معدلات الوفيات؛ إلى الحد الذي جعل نمو السكان أيضاً بعد الثورة الزراعية بطيئاً نسبياً.

ولكي يتضح تأثير هذه الضوابط على النمو السكاني، فإننا نجد أن مرض الطاعون الذي اجتاح المجتمع الأوروبي فيما بين عامي 1348–1350م، قد قضى على أكثر من ربع سكانها. كما فقدت انجلترا خلال الفترة ما بين 1318–1379م نحو ثلث سكانها. حيث انخفض عدد السكان فيها من 3.8 مليون نسمة إلى 2.1 مليون نسمة!؟

كما تعرضت مدينة طهران لمرض الكوليرا عام 1864 وأودى بحياة نحو 20٪ من إجمالي سكانها.

أما فيما يتعلق بكوارث المجاعات (Starvations)، فقد لعبت دوراً هاماً في ارتفاع معدلات الوفيات بشكل ملحوظ. فكثيراً ما كانت تؤدي كوارث الفيضانات والأعاصير أو انحباس الأمطار غير المتوقعة، واكتساح الآفات والحشرات (كالجراد) إلى دفع السكان للوقوع فوق الخيط الرفيع بين الجوع والمجاعة أو بين الحياة والموت.

فهناك يفصل بعض الباحثين الإنجليز أمثال ويفورد كوموليوس (Comoluis Wyford)، الذي أحصى قائمة بأعداد المجاعات خلال الفترة الممتده من 10 ميلادية حتى عام 1846م، فوجدها قد بلغت أكثر من مائتي مجاعة. أما في الصين فقد تم إحصاء نحو 1828 مجاعة خلال مده زمنية بلغت 2019 سنة. وذلك في الفترة السابقة لعام 1911م. أي بمعدل مجاعة في كل سنة تقريباً. هذا بالإضافة إلى مجاعات أخرى مشابهة وقعت في الهند، وأسفرت بدورها عن موت الملايين من الأفواه الجائعة.

كما وقعت العديد من المجاعات خلال القرن العشرين الماضي وذهب ضحيتها ملايين البشر، كالمجاعة التي وقعت في روسيا خلال الفترة من عام 1918 حتى عام 1922م؛ وذهب ضحيتها ما بين خمسة إلى عشرة ملايين نسمة، بالإضافة

إلى المجاعة التي وقعت بين عامي 1932-1934م. أما في الصين فقتل جوعاً نحو أربعة ملايين نسمة خلال الفترة من عام 1920 حتى عام 1921م. كما مات بسبب الجوع في الهند وغربي البنغال ما بين 2-4 ملايين نسمة عام 1943م.

وبالرغم من أننا تغلبنا على أسباب وقوع المجاعات إلى حد ما، منذ عقد الخمسينات من القرن العشرين الماضي، بسبب الجهود المبذولة في التنمية الزراعية وتحسين خدمات النقل؛ إلا أنها بدأت تطل برأسها من جديد، وتكشف عن وجهها القبيح مرة ثانية.

ويعزى ذلك إلى الزيادة الرهيبة في أعداد السكان، وخاصة في الدول النامية. إذ تتعرض بعض دول غرب إفريقيا منذ عام 1972، لمجاعات متكررة نتيجة انحباس الأمطار، وعجز الكميات القليلة الساقطة والمتناقصة عن إعالة الإنتاج الزراعي.

وهناك عامل ثالث وهو عامل الحروب، والذي لا يقل أهمية في فاعليته من حيث تحديد وضبط النمو السكاني، وإن كان من الصعب تقدير النتائج الناجمة عن الحروب في حجم السكان، إلا أنها أسهمت في زيادة معدلات الوفيات بطريقة مباشرة. فمثلاً الغزو البربري على الامبراطورية الرومانية خلال الفترة من عام 375-568 ميلادية، وحرب المائة سنة في أوروبا في الفترة من 1337-1453م، وحرب الثلاثين سنة في أوروبا من عام 1618-1648، بالإضافة إلى الحرب العالمية الأولى من عام 1914-1918، والحرب العالمية الثانية من عام 1939-1945م، وحروب التحرير الوطنية مثل الحرب الفيتنامية والحرب الكورية والجزائرية وحرب التحرير الإفريقية وحرب التحرير الفلسطينية، كلها مجتمعة قد أسفرت ولا شك عن ملايين الوفيات في ظروف غير عادية.

ولكن مع كل هذه الضوابط المعوقة للنمو السكاني، إلا أنه كانت هناك جهود مضادة تقلل من تأثير هذه الضوابط المعوقة. وتعمل على رفع النمو السكاني نحو النمو المطرد والسريع. ومن أهم هذه العوامل المضادة للتقليل من معدلات الوفيات، وهي التقدم العلمي والتقني وما رافقه من اكتشافات نافعة، كاكتشاف زراعة البرسيم بوساطة العالم س. تاونشند (S. Townshed) واستعادة خصوبة التربه بدلاً من تركها بورا لعدة سنوات في بريطانيا.

كما أن تحسين الإنتاج الزراعي والحيواني، وتطور وسائل النقل وطرق المواصلات البرية والبحرية والجوية، والسيطرة على المجاعات بأقصى سرعة ممكنة، حينما تقع في أي قطر من الأقطار، بالإضافة إلى تحسن وسائل تخزين الغذاء وحفظه لوقت الحاجة دون أي تلف أو خساره.

هذا بالإضافة إلى التوسع في استخدام الآلات الزراعية الحديثة، واستنباط السلالات النباتية والحيوانية الجيدة، لزيادة الإنتاج الرأسي بإستخدام الأسمدة الكيماوية وتطوير وسائل الري ومكافحة الآفات الزراعية، مما كان له أثر كبير في مضاعفة عائد الوحدة المساحية سواءً كان دونما أو فداناً أو هكتاراً ...الخ.

كما كان للتقدم الصحي ومارافقه من زيادة التحكم بمعدلات الوفيات، فقد ساهم في التزايد السكاني السريع. نتيجة السيطرة على العديد من الأمراض والأوبئة بالأدوية والأمصال المضادة لها، والتي كانت فيما مضى تقضي على عشرات الألوف من السكان في فترات زمنية وجيزة.

ودليلنا على هذا أن معدل الوفيات كان يتراوح في الدول المتقدمة ما بين 2.3٪ إلى 2.4٪ عام 1850م. ولكنه تعرض للهبوط في عام 1900م إلى ما بين 2 إلى

1.8٪. واستمر الهبوط في معدلات الوفيات بعد ذلك حتى وصل في بعض الدول الأوروبية إلى أقل من 0.5٪.

أما فيما يتعلق بالدول المتخلفة، فقد شهدت في مطلع القرن العشرين الماضي؛ انخفاضاً حاداً في معدلات الوفيات، بحيث قاربت فيه مستوى الدول المتقدمة. ولكن بينما نجد الدول المتقدمة قد شرعت في تخفيض معدل المواليد ليتراوح ما بين 2 إلى 1.2٪ بحيث تصل نسبة الزيادة الطبيعية إلى ما بين 0.5-1٪، فقد بقيت معدلات المواليد في الدول المتخلفة مرتفعة لحد كبير ما بين 3.5-5٪. وذلك ليصل معدل الزيادة الطبيعية إلى ما بين 2.5٪ إلى 3.5٪، بل وتصل أحياناً هذه الزيادة في بعض الدول إلى نحو 8٪ في الكويت و4٪ في الأردن وفنزويلا وليبيا. وإن مثل هذه الدول بناءً على هذا المعدل، تستطيع مضاعفة عدد سكانها ما بين 9 إلى 17 سنة تقريباً فقط!!؟.

الفصل الثالث

أسباب كوارث الجوع في العالم

الفصل الثالث

أسباب كوارث الجوع في العالم

1. التزايد السكاني السريع وسوء توزيعه.
2. سوء تخزين المواد الغذائية وخطر الآفات والحشرات.
3. ضغط المحاصيل التجارية على الأرض الزراعية.
4. العادات والتقاليد الغذائية.
5. أسباب اقتصادية وسوء توزيع استهلاك الغذاء.
6. الظروف المناخية.

الفصل الثالث

أسباب كوارث الجوع في العالم.

يمثل الجوع نتيجة حتمية لإنتاج الغذاء في العالم. وعلينا معرفة أسباب مشكلة الغذاء التي تؤدي لوقوع كوارث الجوع في العالم وهي:

1. التزايد السكاني السريع وسوء توزيعه.
2. سوء تخزين المواد الغذائية وخطر الآفات والحشرات.
3. ضغط المحاصيل التجارية على الأرض الزراعية.
4. العادات والتقاليد الغذائية.
5. أسباب اقتصادية وسوء توزيع استهلاك الغذاء.
6. الظروف المناخية.

التزايد السكاني السريع وسوء توزيعه:

ما من ريب، أن للزيادة السكانية المطردة في العالم دوراً كبيراً في الضغط على المواد الغذائية. فاستهلاك ثلاثمائة مليون هندي عام 1940 من الحبوب، غير ما يستهلكه نحو 1300 مليون هندي عام 2013م؟ ولهذا فقد رأينا كيف أدى تزايد السكان في الدول المتخلفة، إلى تفاقم حدة المشكلة الغذائية في بعضها. وليس أدل على ذلك، من أن عدداً كبيراً من تلك الدول المتخلفة في القارات الثلاث، آسيا وإفريقيا وأمريكا اللاتينية، كانت تصدر الحبوب بعيد الحرب العالمية الثانية طيلة

عقد الخمسينات من القرن العشرين الماضي[1]. ولكنها مع منتصف عقد الستينات من ذلك القرن، أصبحت دولاً مستوردة للحبوب والمواد الغذائية. وأصبح تزايد السكان على مستوى العالم مسؤولاً، مسؤولية مباشرة عن أزمة الجوع في بعض الدول الجائعة من الدول المتخلفة. وإذا كان متوسط استهلاك الفرد العادي يومياً من المواد الغذائية بالسعرات الحرارية، هو 2750 سعراً حرارياً كمتوسط، معنى ذلك أنه يتوجب على المجتمع العالمي، مضاعفة إنتاج الغذاء منذ عام 1965م، حينما كان عدد سكان العالم نحو 3400 مليون نسمة، إلى الضعف في 2013م، حيث يقترب عدد سكان العالم عام 2013 من 7.2 مليار نسمة.! وذلك بالتوسع في رقعة الأراضي المروية، وبناء السدود واستنباط السلالات النباتية، واستصلاح ملايين الدونمات التي تدمرت في العالم، خاصة المناطق الحدِّية حول الصحاري والواحات الصحراوية. أي أنه يتوجب علينا في وقتنا الحالي عام 2013م زيادة مواردنا الغذائية خلال العقدين القادمين من القرن الواحد والعشرين، أكثر مما زادت في العشر آلاف سنة الماضية، وهو عمر الزراعة كحرفة احترفها الإنسان؟؟

سوء تخزين المواد الغذائية وخطر الآفات و الحشرات:

لا شك أن لهذا العامل دوراً كبيراً، في تخفيض كميات الإنتاج الغذائي على مستوى العالم. فقد أدت طرق التخزين البدائية في بعض الدول الإفريقية؛ كتخزين محصول الذرة في السودان، إلى فقدان ما نسبته ما بين 2-50٪ من إجمالي انتاج الحبوب فيه، نتيجة لسوء التخزين. حيث تقوم السودان بدفن الذرة تحت الأرض، بقصد التخزين تسمى المطمورة، ويكون أصحابها سعداء الحظ إذا ما استعادوا منها 50٪ من كمية التخزين تلك!!

(1) 1. UN. Report of the International Conference On Population. UN publication, No. E84, 1984.

كما أن للحشرات والقوارض والآفات، دوراً كبيراً بهذا الصدد في تدمير المواد الغذائية، ممثلة في حبوب القمح والأرز والذرة وغيرها. إذ يقدر أن الكميات المفقودة بهذه الطرق البدائية، تعني في بعض الأحيان، زيادة كميات الحبوب الغذائية المتاحة للاستهلاك المحلي طيلة العام، بما نسبته ما بين 40٪ إلى 50٪ في الدول النامية. فعلى سبيل المثال، أعلنت وزارة الزراعة في الهند، أن الفئران التهمت في عام 1968م، نحو 10٪ من انتاج القمح. كما التهمت الفئران في ولايتين من ولايات الفلبين نحو 90٪ من الأرز فيما بين عامي 1953-1954، ومن الذرة ما بين 20-80٪ ونحو 50٪ من السكر.

وقد أدت مكافحة الفئران في جزيرة تايوان (فرموزة) إلى زيادة كميات الإنتاج الغذائي بما نسبته بين 10-15٪. كما أتلف العصفور النسّاج في إفريقية المدارية عام 1960 ما مساحته نحو ثلاثة ملايين ميل مربع، حيث تقدر قيمتها الإنتاجية بنحو سبعة ملايين دولار في ذلك الوقت. كما قدر ما يلتهمه الجراد سنوياً، يكفي لغذاء 25 مليون نسمة. فقد أعلنت نيجيريا مؤخراً، أن الجراد التهم سنوياً نحو 200 ألف طن من المواد الغذائية عام 1975م. وقد ناشدت دول العالم تقديم المساعدة العاجلة.

وتشير الدراسات العلمية أيضاً، إلى أنه لو قضي على الحشرات، والقوارض والآفات الزراعية التي تفتك بالإنتاج الزراعي، فإنه يمكن توفير غذاء يكفي لتغذية نحو 500 مليون نسمة!! فعلى سبيل المثال، أدت عملية ضبط غزو الجراد في شرق إفريقية، إلى زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية، في مساحات شاسعة في تلك المنطقة. كما أدت مكافحة ذبابة تسي تسي (Tsi Tsi) التي تتوطن في إفريقية المدارية الرطبة، والتي تحمل معها مرض النوم، الذي يؤثر على صحة الإنسان والحيوان معاً، أن أصبحت هناك مساحات شاسعة ذات إمكانيات زراعية كبيرة؛ غير مستغله استغلالاً كاملاً. وفي عام 1970م هاجم مرض أوراق الذره الحقول في الولايات

المتحدة، وقدرت الخسائر بنحو 17٪ من جملة المحصول (أو ما يوازي 710 ملايين بوشل)، وأصبح تغير السلالة وخلق سلالة جديدة لمقاومة هذا المرض، هو الحل الأمثل لمنع تكرار مأساة عام 1970م.

ضغط المحاصيل التجارية على الأراضي الزراعية

تحتل المحاصيل النقدية في بعض الدول، مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية، في الوقت الذي هي في أمس الحاجة لزيادة انتاج الغذاء فيها. ففي مصر يمثل القطن محصول نقدي، ويحتل ثلث المساحة المزروعة، بينما الإنتاج القمحي لا يكفي لأكثر من ثلث حاجة البلاد. وتصر الدولة على الإبقاء على مساحة القطن، لاعتبارات اقتصادية معينة، وفي السنغال يحتل الفول السوداني نحو 52٪، ويشغل الشاي في سريلانكا نحو 65٪ من المساحة المزروعة فيها؛ وفي جزر موريشيوس تشغل زراعة قصب السكر، أكثر من 80٪ من المساحة المزروعة، في حين تضطر الجزر لاستيراد نسبة كبيره من الطعام الذي تحتاج اليه.

العادات والتقاليد الغذائية:

لا يقل هذا العامل أثراً في تخفيض الإنتاج الغذائي للبشر، بالإضافة للأسباب الآنفة الذكر من التزايد السكاني وسوء توزيعه؛ وسوء تخزين المواد الغذائية، وضغط المحاصيل التجارية النقدية على الأراضي الزراعية. فالعادات والتقاليد الغذائية التي تأصلت؛ لدى بعض الشعوب على مدى قرون عديدة، لها دور كبير بهذا المجال، إذ نجد في قارة آسيا يقدسون أكل الأرز، أكثر من القمح. حيث تسد مادة الأرز ما بين 70-80٪ من مجمل الاحتياجات الغذائية.

ولهذا السبب في إحدى السنوات تعرضت بنغلادش لمجاعة في عقد الأربعينات من القرن العشرين الماضي، فأرسلت لهم كميات كبيرة من القمح، فرفضوا استلامها لأنهم اعتادوا على تناول وجبة الأرز!؟

وتنتشر في إفريقية زراعة النباتات الجذرية، كاليام والكسافا وهي محاصيل نشوية فقيرة بالمواد البروتينية.

كما نجد أن معظم سكان الهند نحو 1.3 مليار نسمة عام 2013 لا يأكلون لحوم البقر إطلاقاً، بالرغم من أن عدد الأبقار فيها لا يقل عن 190 مليون رأس!؟

كما أن العديد من الشعوب لا تأكل الجراد، والضفادع والسلاحف والزواحف، بل يفضلون الموت جوعاً، على أكلها بالرغم من أنها غنية جداً بالمواد البروتينية كما يفضل المسلمون الموت جوعاً على أكل الخنازير والكلاب، في حين أنها محلله لدى الصينيين والكوريين!!؟.

وعليه، نجد الكثير من المصادر الغذائية ذات قيمة غذائية كبيرة للفرد، ولكن يحكم عليها بالتجاهل والإهمال، نتيجة لهذه العادات والتقاليد الغذائية الموروثة والمعتقدات الدينية منذ آلاف السنين.

أسباب اقتصادية وسوء توزيع استهلاك الغذاء:

يقول الدكتور ديمونت (Dimont) في كتابه (الفردوس أو الموت)؛ أن أحد أسباب هذه المشكلة؛ هو ارتفاع مستوى التغذية في مناطق معينة وانخفاضها في مناطق أخرى. وعادة ما يكون هذا على حساب الدول الفقيرة. إذ كثيراً ما تأخذ البلاد المتقدمة والغنية الإنتاج الزراعي من الدول الفقيرة، لتعطيه طعاماً للماشية والخنازير والدواجن!!؟. فإذا نظرنا إلى إنتاج العالم من البروتينات؛ نجد أنه يبلغ في المتوسط نحو 70 غراماً للفرد يومياً. منها فقط 20 غراماً بروتين حيواني. وهي كمية مناسبة لتحقيق الحد الأمثل للتغذية. ولكن توزيع استهلاك هذه الكمية مختل، إلى

درجة أن الدول المتقدمة والغنية تشكل نحو 18٪ من إجمالي سكان العالم عام 2013م، ولكنها تستهلك نحو 70٪ من بروتينات العالم الحيوانية، في حين أن الدول النامية والفقيرة تغطي ما نسبته 82٪، وتستهلك نحو 30٪ من تلك البروتينات [1](1).

كما يقول بعض الكتاب أن الكلاب والقطط والخنازير في أمريكا السكسونية (الولايات المتحدة وكندا)، تحصل على طعام أفضل مما يحصل عليه المواطنون في كثير من الدول النامية الفقيرة؛ ويا لها من سخرية في توزيع العدالة بين دول الشمال ودول الجنوب!؟

كما نجد بعض الدول الفقيرة التي تعاني من سوء التغذية، تصدر جزءاً من إنتاجها البروتيني الحيواني، لزيادة الصادرات أو نتيجة لعجز السكان المالي، عن شراء تلك المنتجات مثل سمك الجمبري (الروبيان) وتجميده وبيعه في الخارج مثل الهند وباكستان!!؟.

الظروف المناخية:

لا شك أن لهذا العامل دوراً كبيراً، على معدل إنتاج الغذاء في العالم. إذ أن توالي ظاهرة الجفاف وانحباس الأمطار من سنة لأخرى، أو ظاهرة الصقيع وخطره المدمر على المحاصيل، ومشاكل انجراف التربة واكتساحها، كثيراً ما يزيد من حدة مشكلة الغذاء في بعض الدول في العالم. وعلى سبيل المثال أدى انحباس الأمطار وقلة سقوطها، لمدة ست سنوات متتالية من عام 1967-1973، في كثير من دول الساحل الإفريقي، على حواف الصحراء الكبرى الجنوبية، من موريتانيا غرباً حتى الصومال شرقاً، إلى تعرض هذه الدول لتدهور واضح في إنتاج الغذاء، وتعرضها

(1) د. علي احميدان: المدخل الى علم السكان، عمان 2001م.

لخطر المجاعات الرهيبة، والتي راح ضحيتها الكثير من السكان ومئات الآلاف من مواشيهم.

وليس أدل على قسوة المناخ، كعامل مساعد في نقص الغذاء في الاتحاد السوفييتي السابق (اتحاد روسيا حالياً) وهو دوله متقدمة، إذ وقف عاجزاً أمام تذبذب الظروف المناخية القاسية كالصقيع، والتي أدت إلى انتكاس إنتاج الغذاء عام 1975 إلى رقم منخفض جداً وهو 145 مليون طن. وهذا الرقم يقل عن المطلوب بنحو 70 مليون طن عن الكمية المتوقعة. ولهذا فكثيراً ما كان يأخذ حاجته بالعملة الصعبة من الولايات المتحدة. خاصة استيراد مادة القمح. ففي عام 1972م وهو عام الوفاق بين العملاقين؛ زمن بريجيف ونيكسون، استورد الاتحاد السوفييتي نحو 14 مليون طن من القمح لسد حاجة السوق المحلي من هذه المادة الغذائية الرئيسة للمجتمع السوفيتي حينذاك!!؟

الفصل الرابع

إنتاج الغذاء وإمكانياته

الفصل الرابع

إنتاج الغذاء وإمكانياته

1. الأراضي الزراعية وإنتاج الغذاء.
2. موارد المياه والتوسع الزراعي.
3. تحلية مياه البحار.
4. الثورة الخضراء وإنتاج الغذاء.
5. التمويل وإنتاج الغذاء.
6. ضبط السكان.

الفصل الرابع

إنتاج الغذاء وإمكانياته

ما من شك في أن معضلة الإنتاج الغذائي في العالم، تنعكس إما سلباً أو إيجاباً على المجتمع البشري. فإن كان سلباً تمثل في وقوع المجاعات وسوء التغذية للأفراد، وإن كان إيجابا تمثل في الغنى والرفاه كما هو حاصل في الدول الغنية في العالم، وخاصة الدول المتقدمة وبعض الدول البترولية.

ولهذا فبعد أن عرضنا للأسباب المختلفة، التي تظاهر وتساند الجوع في كثير من دول العالم، فإنه يصبح من الأهمية بمكان، دراسة إنتاج الغذاء كمشكلة بيئية، واحتمالات تزايده، حتى تكون الرؤية واضحة أمام المخططين، لحل هذه المعضلة حلاً جذرياً. وفي الواقع لقد جاهد الإنسان منذ ظهوره على سطح هذا الكوكب، محاولاً توفير غذائه بصورة أو بأخرى. فقد انتقل من مرحلة الجمع والالتقاط والصيد، إلى مرحلة تربية الحيوان، وزراعة المحاصيل. وقد تمكن من استئناس 24 نوعاً من الحيوانات، ونحو 80 نوعاً من النباتات ذات أهمية كبيرة. ولكن بالرغم من هذا العدد الكبير من النباتات، إلا أن هناك عدداً بسيطاً فقط بين ذلك العدد، تساهم في توفير الكم الأكثر من غذاء الإنسان. فلو نظرنا إلى أنواع الحبوب الغذائية الرئيسة، فإننا نجد القمح والأرز والذرة الشامية، تغطي أكبر رقعة من المساحة المزروعة في العالم. وتنتج نحو 1000 مليون طن (مليار طن من الحبوب). بالإضافة إلى نحو مليار طن تأتي من الحبوب الأخرى، ممثلة في الشعير والشوفان والشيلم والدخن والذرة الرفيعة. ومما تجدر ملاحظته، أن أكثر من نصف هذه المحاصيل، يأتي من الولايات المتحدة وكندا ودول غرب أوروبا وروسيا الاتحادية.

أما محصول البطاطس، فيعطي نحو ثلث مليون طن سنوياً. إذ يتركز معظمه

في روسيا الاتحادية حيث ينتج نحو 30٪ وبولنده 16٪ وألمانيا11٪ والولايات المتحدة بنحو 4٪ فقط.

أما محصول البقوليات، فهو يضم أنواعاً كثيرة من أهمها فول الصويا والفول السوداني. حيث يزرعان كمصدر للزيوت، ويعطيان نحو نصف إنتاج العالم من البقوليات وال[illegible] مقداره نحو 80 مليون متر مكعب. هذا بالإضافة إلى محاصيل اللوبيا والفاصوليا، والبازيلا، والفول المصري والحمص والعدس وغيرها. وتأتي أهمية البقوليات في قيمتها الغذائية العالية بالبروتينات النباتية، بالإضافة إلى بقاياها التي تستخدم علفاً جيداً للماشية. وتمثل هذه الحبوب والبقوليات الغذاء الرئيس للسكان على سطح الأرض. ولكن هناك أنواعاً أخرى من الغذائيات مثل محصول اليام والكسافا (تشبه البطاطا؛ بالإضافة إلى البطاطا الحلوة) التي تزود الإنسان المداري بمعظم غذائه من النشويات.

ويمثل الحيوان مصدراً للبروتينات ذات الجودة العالية. كما تعتبر الأبقار من أهم مصادر الغذاء الحيواني. حيث تنتج نحو 45٪ من اللحوم ومن الخنازير 45٪.

أما فيما يتعلق بالألبان ومشتقاتها، فتعطي الأبقار 90٪ والجاموس 4٪ والأغنام والماعز 6٪.

هذا بالإضافة إلى دواجن اللحوم والبيض. وتتركز هذه الثروة الحيوانية في المناطق المعتدلة، حيث ظروفها المناخية والحضارية مناسبة لتربية الحيوانات، لإنتاج الألبان واللحوم والبيض. أما في المناطق المدارية الرطبة (الاستوائية)، والتي تتسم بإرتفاع درجة الحرارة والرطوبة معاً، فيقل فيها فرص الإنتاج الحيواني، وذلك لانتشار الأمراض وكثرة الحشرات الضارة مثل ذبابة تسي تسي (TsiTsi) والبعوض.

وحتى يمكننا تقييم الوضع الغذائي، فإنه يصبح من الأهمية بمكان، توفير مقومات التوسع الزراعي وأهمها هي:

1. الأرض الزراعية وإنتاج الغذاء.
2. موارد المياه والتوسع الزراعي.
3. الثورة الخضراء وإنتاج الغذاء.
4. التمويل وإنتاج الغذاء.
5. ضبط السكان.

الأرض الزراعية وإنتاج الغذاء:

لقد أشارت تقارير اللجنة الاستشارية العليا، لمنظمة الأغذية والزراعة الدولية (الفاو) عام 1967م، أن إجمالي مساحة الأراضي القابلة للزراعة في العالم قدرت بنحو 31440 مليون دونم (7860 مليون فدان). وهي تمثل نحو 24٪ من إجمالي الأراضي الخالية من الثلوج، وحوالي ضعف المساحة المزروعة عام 1967م.

ومن الجدير بالذكر، أن المناطق المدارية، تضم أكثر من نصف الأراضي القابلة للزراعة؛ بينما تضم المناطق المعتدله الدفيئة وشبه المدارية نحو 5480 مليون دونم أو (1370 مليون فدان)، وتضم المناطق المعتدلة الباردة نحو 8960 مليون دونم (2240 مليون فدان).

1. قدرة الأرض على إعالة السكان:

واذا كان نصيب الفرد من الأراضي الزراعية عام 1965م، نحو أربعة دونمات (فدان واحد)؛ فإن هذه الوحدة المساحية، قد قلّت عن هذا المقدار كثيراً، بعد التزايد السكاني، منذ ذلك الوقت حتى عام 2002م، فبينما زادت المساحة المزروعة خلال الفترة من عام 1950 حتى عام 1970 بنحو 17.1 ٪، زاد عدد السكان بنسبة تبلغ أكثر من 72٪!!؟

2. تباين الأراء حول حمولة الأرض:

لقد تباينت آراء الباحثين والمفكرين، حول قدرة الأرض على إعالة السكان على سطحها. فقد ذهب الاستاذ إي. م. إيست (E. M. EAST) إلى أن الأرض تستطيع أن تعيل نحو 5200 مليون نسمة على أقصى تقدير. وقد توصل إلى هذا التقدير، بإفتراض أن هناك نحو 13 مليار فدان (52 مليار) دونم كأراضٍ متاحة لإنتاج الغذاء العالمي، بناءً على أن احتياجات الفرد من الأراضي الزراعية هي 10 دونمات (2.5 فدان).

وهناك عالم آخر يدعى أي. بنك (A. Penk)، فإنه يقدر حموله الأرض مابين 7-16 مليار نسمة، على حين يرى العالم أ. ف. ويجمان (A. F. Wagemann) (أنه إذا أدخلت التحسينات الكافية في المجال الزراعي، فإن الأرض يمكنها أن تقيم أوَد نحو 30 مليار نسمة بكل سهولة ويسر).

أما الأستاذ دادلي ستامت (Dudly Stamp)؛ فيرى أن المناطق الزراعية حالياً، تستطيع إعالة نحو 7.5 مليار نسمة؛ إذا ما استخدمت فيها أساليب الزراعة الكثيفة، أي بزيادة إنتاج الوحدة المساحية رأسياً مثل الدانمارك وهولندا واليابان. وإذا ما استخدم نفس الأسلوب في الأراضي، التي لم تزرع من الأراضي القابلة للزراعة؛ فسوف يرتفع العدد إلى عشرة مليارات نسمة.

هذا مع العلم أن استصلاح الفدان الواحد يكلف 400 دولار، حتى يصبح أرضاً صالحة للزراعة، لكي يعيل فرداً واحداً. وبذلك سوف نحتاج على الأقل لنحو 280 مليار دولار كل سنة لاستصلاح أراضي جديدة، لإطعام السكان الجدد الذين يضافون سنوياً للمجتمع البشري والبالغ نحو 124 مليون نسمه عام 2013م.

وعليه، يصبح من الأهمية بمكان البدء من عام 2013م وضع خطة عشرية على مستوى العالم، لصرف هذا المبلغ لاستصلاح أراضي جديدة لمواجهة هذا التزايد السكاني، شريطة أن تدعم هذه الخطة بكل الإمكانيات التي يتحقق لها

النجاح. وربما يتطرق للذهن بعض الأسئلة التالية: هل العالم قادر على توفير هذه الإمكانيات المادية، لاستصلاح هذه المساحات المطلوبة من الأراضي؟؟ وهل العالم ككل وحدة واحدة ومتعاونة يمكن أن تطبق فيه خطة عالمية شاملة كهذه؟؟ وهل هناك نيّة لدى الدول العظمى في العالم، التوجه إلى تخفيض تكاليف تسابق التسلح، وتوفير هذه المليارات العديدة، لمثل هذه التنمية الزراعية في العالم؟؟!

إن الإجابة على هذه الأسئلة في الواقع، تتطلب تعاون دولي بالدرجة الأولى، تنتزع منه الأنانية والإقليمية، وتسوده النظرة الإنسانية العالمية. فدولة غنية مثل الولايات المتحدة تضع نحو 45٪ من ميزانيتها البالغة 2400 مليار دولار سنويا عام 2006م، لوزارة الدفاع الأمريكية (البنتاغون)! وقس هذا الوضع على الدول الأخرى المتقدمة!؟

3. موارد المياه والتوسع الزراعي:

تعتبر موارد المياه العذبة الشريان الحيوي للتنمية الزراعية، عند التوجه لتوسيع الرقعة الزراعية في أي دولة من دول العالم. فهناك مساحات شاسعة نسبياً من الأراضي القابلة للزراعة، غير مستغلة الاستغلال الأمثل بسبب نقص مياه الري اللازمة لذلك. ولا يقتصر الأمر عند هذا الحد بل ربما يتعداه لسوء استخدام المياه، مما يؤدي لشل فاعلية التربة، ويزيد من ملوحتها.

وعليه، كانت هناك محاولات كثيره كتوفير مصادر جديدة لمياه الري، وضبط وتقنين استخدام هذه المياه المتاحة، مثل استخدام الري بالتنقيط أو بالرشاشات لتقليل الفاقد من المياه عن طريق الري بالغمر السطحي. وإذا ما أردنا التوسع في الرقعة المروية، سواء على المستوى المحلي أو الإقليمي والدولي، أصبح من الأهمية بمكان التوجه لهذا التقنين والترشيد في استخدام المياه المتاحة. فإذا أخذنا مثلاً كميات المياه السطحية في الوطن العربي لخمسة أقطار هي العراق ومصر والسودان

وسوريا والمغرب، لوجدنا أنها تقدر بنحو 80 و62 و61 و22 و21 مليار متر مكعب كميات متاحة للري فيها على الترتيب [1]. وإذا ماسخرت هذه المياه لتوسيع الرقعة الزراعية في هذه الأقطار الخمسة، بإستخدام التقنين والترشيد لتلك المياه، فسوف توسع الرقعة المروية من الوضع الحالي إلى خمسة أمثال ما كان عليه عام 1995م. إذ أن كميات كبيره من هذه الموارد تذهب إلى البحار سدىً. ويحتاج الأمر إلى بناء العديد من السدود المائية الكبرى، التي تتسع لمئات المليارات من الأمتار المكعبة كبحيرة ناصر (السد العالي) 144 مليار متر مكعب، وبناء القنوات المغطاة لتقليل الفاقد من التبخر والتسرب كما هو قائم في أراضي الدلتا المصريّة بوجود مئات الترع والقنوات المكشوفه والتي تفقد سنوياً نحو 70٪ من إجمالي كمياتها السطحيه المتاحة، وتسخيره لري مئات الآلاف من الهكتارات الأرضية القابلة للزراعة، وتوفير الغذاء المطلوب سواء كان للإنسان أو الحيوان أو للصناعة. وقد بدأت بعض الدول الكبرى في تنفيذ مشاريع طموحة للري من موارد الأنهار في أمريكا الشمالية، والتي تصب في المحيط المتجمد الشمالي مثل نهرما كنزي ونهر السلام ونهر تشرشل، وتحويل مجاريها عكس اتجاهها الحالي، إلى السهول العظمى والعطشى في كل من كندا والولايات المتحدة، من خلال بناء أنفاق وقنوات لجرّها لتلك السهول. وقدرت تكاليف المشروع بنحو 100 مليار دولار خلال عشرين سنة لتنفيذه.

كما حاول الاتحاد السوفييتي سابقاً، تحويل مجاري أنهار أوب ويانسي yanessi وتوبول وأرتيش، إلى سهول قازاقستان الروسية وإعادة التوازن لبحر آرال وبحيرة بلكاش بعد تعرضهما للإنكماش، وتوسيع الرقعة الزراعية خاصة في سهول كيسيل كوم جنوب بحر آرال.

---

(1) د. حسين على أبو الفتح: البيئة الصحراوية العربية، عما ن، 1997 ص291م.

وقد أقامت مصر السد العالي الذي حجز نحو 144 مليار متر مكعب، وأضاف رقعة زراعية مروية جديدة تقدر بنحو 12 مليون دونم (3 ملايين فدان)؛ وتحويل مياه الري في مصر من ري الحياض إلى الري الدائم، وتوفير الطاقة الكهربائية من نحو 13 توربين أقيمت عليه عند افتتاحه عام 1968م[1]، كما استطاع السد أن يواجه الزيادة السكانية في مصر. فحينما بدئ ببنائه عام 1960م، كان عدد سكان مصر بنحو 22 مليون نسمة، وأصبحوا عام 2013م نحو 90 مليون نسمه، ومعنى هذا أن الزيادة السكانية والبالغة نحو 1.6 مليون نسمه سنويا أو 68 مليون نسمه خلال 30 عاماً، قد التهمت الزيادة الإضافية في الإنتاج الزراعي. كما تم إنشاء قناة توشكا في الوادي الجديد بمسافة 350كم، وقناة السلام في سيناء بطول 350 كم ويعرض 30 متراً وبعمق 5 أمتار مبطنة بالإسمنت، لري نحو 150 مليون دونم جديدة في المنطقتين المذكورتين.

هذا يعطينا دليلاً قاطعاً على أن استغلال المياه في شط العرب بالعراق، والأنهار في سوريا والمغرب والسودان، سوف تضاعف المساحات المروية، وتسد حاجة السوق العربي الكبير، بجانب حاجة الأسواق المحلية القطرية في كل منها على حدة، إذا ما شرعت تلك الدول المعنية في استغلال هذه المشاريع الزراعية المروية؛ علماً بأن اقتصاد المجتمع البشري في القرية العالمية قد قدّر في 23 حزيران 2011م بنحو 80 تريليون دولار. ولذلك فلو توفرت العدالة والصدق بين دول الشمال ودول الجنوب، لتحققت الرفاهية والازدهار لكل أبناء هذه القرية العالمية من شمالها إلى جنوبها ومن شرقها إلى غربها!!؟.

(1) تم افتتاحه في شهر يناير تحت اشراف الزعيم العربي جمال عبد الناصر وصديقه جوزيف تيتو الرئيس اليوغسلافي السابق.

ولا يقتصر الأمر عند حد توفير المياه، وإنما يتعداه إلى حسن استغلالها، تفادياً لأي إسراف قد يسبب مشكلات كثيرة، وخاصة تملح التربة وإفسادها ونتيجة لسوء استخدام مياه الري، فقد فقدت الأردن آلاف الدونمات من الأراضي المروية، في وادي الظليل بالأردن والأغوار الجنوبية، وذلك لعدم توفر قنوات الصرف. كما أن باكستان كانت في عقد الخمسينات تفقد نحو فدان واحد من أراضيها المروية، كل 5 دقائق، نتيجة لسوء استخدام الري وعدم وجود قنوات الصرف لذلك!؟.

تحلية مياه البحار:

ما من شك أنه إذا تمكن الإنسان من التوسع في تحليه مياه البحر، فسوف يحدث ثورة في هذا المجال، خاصة إذا سخرت الطاقة الشمسية لذلك. حيث إنها طاقة نظيفة ورخيصة ولها جدوى اقتصادية كبيرة، في ري مئات الملايين من الهكتارات لأراضٍ قابلة للزراعة ولكن تنقصها المياه العذبة.

وإذا كانت الأنهار، تحقق للمناطق التي تجتازها، فرصة توفر موارد شبه دائمة للمياه، فماذا عن المناطق الجافة وشبه الجافة، والتي تضم مساحات شاسعة من الأراضي الزراعية. والحقيقة أن تحلية مياه البحار، أصبحت الأمل الذي يراود البشرية، في استغلال الأراضي غير المستغلة لحد الآن؛ ولكن يحول دون ذلك تكاليف الإنتاج. ولا بد من بذل الجهود لتقليل التكلفة الإنتاجية، إلى الحد الذي يجعل استخدامها في مجال الإنتاج الزراعي عملية اقتصادية.

وتشير الدراسات العلمية بهذا الصدد، إلى أن محطات التقطير التي تعمل منذ عام 1971، قد بلغ إنتاجها اليومي نحو 7.5 مليون جالون، بتكلفة إنتاجية تبلغ 75 سنتاً لكل 1000 جالون. وتزداد التكلفة كلما قلت طاقة المحطة. ومن أكثر الاقتراحات المناسبة لتحلية المياه، والاستفاده منها في مجال الري، هو تشييد المحطات التي تستخدم الطاقة النووية، والتي تبلغ طاقتها نحو 150 مليون جالون يومياً. إذ

تشير شركة بكتل (Bechtel) في مدينة لوس انجلوس، إلى أن تكاليف تحلية المياه من تلك المحطات ما بين 27 إلى 28 سنتاً لكل 1000جالون.

ولكن وبالرغم من ذلك، إلا أن المزارعين يرون أنها غير مجدية اقتصادياً، وهناك محاولات كثيرة أخرى جادة في هذا المجال، لإستخدام الطاقة الشمسية في التحلية، بحيث تنخفض التكلفة إلى أقل من هذا المقدار بكثير. وإذا ما نجحت الأخيرة في ذلك، فسوف تستصلح أراضٍ قابلة للزراعة، في معظم الدول، كدول الخليج العربي وبعض الدول الإفريقية.

الثورة الخضراء وإنتاج الغذاء:

لا شك أن لهذا العامل دوراً كبيراً في المساهمة في زيادة إنتاج الغذاء في العالم. ويقصد بالثورة الخضراء؛ هي إحداث ثورة إنتاجية يزيد فيها معدل إنتاج الغذاء في العالم، ليتساوى مع معدل التزايد السكاني، ليبقى المجتمع البشري في الحد الآمن، من الوقوع في كوارث المجاعات وسوء التغذية والأمراض والأوبئة.

وتزداد الحاجة لهذه الثورة الخضراء في الدول النامية، التي تواجه تحديات سكانية خطيرة، وتعاني في نفس الوقت من انخفاض إنتاجية الأرض.

وقد أتجهت بعض الدول المتخلفة، إلى الاهتمام بالثورة الخضراء مع بداية النصف الثاني من القرن العشرين الماضي.

وتقوم هذه الثورة الخضراء على ثلاث دعائم رئيسه هي:

أ. إيجاد (أو استنباط) سلالات نباتية وحيوانية قادرة على إِحداث زيادة رأسية كبيرة سواءً للوحدة المساحية أو الرأس الواحدة من أصناف الحيوانات.

ب. تقنين وترشيد حاجات المحاصيل الزراعية من المياه والأسمدة وغيرها.

جـ. مقاومة الآفات والأمراض والحشرات، التي تستنزف الكثير من الإنتاج.

1. استنباط سلالات نباتية وحيوانية ذات إنتاجية عالية:

لقد خطا العلم خطوات هامة في هذا المجال. ولازلنا ننتظر الكثير بفضل التقدم العلمي والتطور التقني الخلاق. فعلى المستوى النباتي قامت منظمة الأغذية والزراعة الدولية الفاو (FAO) بدور كبير وهام في هذا المجال، مما يجسد أهمية التعاون الدولي، وقدرته على حل العديد من المشكلات الغذائية. فعلى سبيل المثال أقامت منظمة (الفاو) في جمهورية المكسيك، مركزاً لأبحاث تحسين سلالات الذرة والقمح سميت (Cymmyt). فقد قام العالم النرويجي بورلوج (Borluug) بإستنباط سلالة القمح العجيبة، والتي أحدثت ثورة في مجال إنتاج القمح. سميت فصيلة القمح المكسيكي التي تتحمل الجفاف وتعطي عائداً إنتاجياً عالياً. ونتيجة لهذا العمل الرائع منح جائزة نوبل للسلام عام 1970م.

وقد أدت هذه السلالة المنتقاه من القمح، إلى زيادة الإنتاج في الهند من 12 مليون طن عام 1967 إلى 29 مليون طن عام 1970م. كما قامت منظمة الفاو بتأسيس معهد في الفلبين لأبحاث الأرز Ciat؛ ومعهد آخر عالياً للزراعة المدارية في جمهورية نيجيريا. وتضاعف إنتاج الأرز في الهند من 20 مليون طن عام 1951 إلى 40 مليون طن عام 1970م. كما زاد إنتاج الذرة الشامية في نفس الفترة من 1.7 مليون إلى 5.7 مليون طن.

وفي الحقيقة هناك جهود استنباط سلالات جديدة، يجب أن تستمر لضمان زيادة عائد الفدان من ناحية، وزيادة إنتاجية الرأس الواحد من الأبقار والأغنام والماعز سواءً من اللحوم أو الألبان. إذ نجد أن سلالة الأبقار البلدية تعطي ما بين 3- 6 لترات في اليوم، بينما نجد أن أبقار الهولشتاين الألمانية تعطي ما بين 35 إلى 40 لتراً باليوم. وكذلك أبقار الغريزيان الهولندية. وبينما نجد العجل الهولندي يعطي ما بين 350 إلى 400 كغم وبعمر تسعة أشهر، نجد العجل البلدي يعطي ما بين 80 إلى 120 كغم! وكذلك نلاحظ في ديوك الحبش الأوروبي حيث يعطي

الديك الواحد ما بين 17 إلى 20 كغم، ونجد ديوك الحبش البلدي تعطي ما بين 3 إلى 4 كيلو غرامات فقط؟؟!!

2. تقنين حاجات المحاصيل من المياه والأسمدة للوحدة المساحية الواحدة:

وما يقال عن عطاء الرأس الواحدة، من الحليب واللحوم الحمراء والبيضاء كما أسلفنا؛ يمكن قوله على إنتاجية الهكتار الواحد، في دول متقدمة ودول متخلفة، فبينما يصل إنتاج الهكتار الواحد في هولندا إلى نحو 30 قنطاراً[1] (9000كغم) نتيجة لإضافة 400 كغم من الأسمدة؛ نجد أن عائد الهكتار بدون إضافة الأسمدة في الدول المتخلفة يتراوح ما بين 2-12 قنطاراً أي ما بين 600 إلى 3600 كغم. وبينما نجد أن إنتاج الهكتار المروي في الأردن في منطقة الأغوار مع السماد العضوي، يعطي 5500 كغم نجده في المرتفعات القائمة على الأمطار وبدون أسمدة يعطي الهكتار نحو 800 كغم فقط!!

فأصبح التطور الإنتاجي الزراعي، بنوعيه النباتي والحيواني في الدول المتقدمة، يخضع لدراسات علمية مكثفة لزيادة إنتاجية الوحدة المساحية، زيادة رأسية لتغني لحد ما عن التوسع الأفقي في المساحات.

3. مقاومة الآفات والحشرات والقوارض:

لا شك أن لمكافحة الآفات الزراعية بالمبيدات، دوراً كبيراً في المحافظة على الإنتاج الزراعي. ولكن التوسع في استخدام المبيدات الكيماوية- بالرغم- من أنه منع خسارة المحصول بنسبة مائه في المائه، إلا أنه ترك آثاراً خطيرة على التربة

(1) القنطار يساوي 300كغم.

والإنسان والحيوان والمنتجات الزراعية. مما دفع رجال الاختصاص بهذا الصدد؛ إلى الاعتماد على المكافحة الحيوية التي ليس لها مضار جانبية.

كما أن الطرق البدائية في التخزين سواءً تحت الأرض، كما يفعل بعض المزارعين في السودان؛ وخزن الذرة في مخابئ تحت الأرض- تسمى المطمورة، تكون نسبة الخسارة فيها بكل تأكيد ما بين 50-60٪ بفعل الحشرات والقوارض وغيرها. الأمر الذي يوجب بناء صوامع للغلال بطرق عصرية للمحافظة على الحبوب،كرصيد غذائي للمجتمع، ومواجهة سنوات القحط والجفاف التي تواجه القطاع الزراعي وما أكثر حدوثها. وتقدر قيمة الخسائر التي تصيب المنتجات الزراعية النباتية والحيوانية، بما يتراوح ما بين 7-9 مليارات دولار سنوياً. وقد استمرت الحملة ضد الطفيليات خلال العقدين الأخيرين من القرن العشرين الماضي بطريقة مركزة، بحيث قللت لحد كبير من الخسائر المادية بهذا الصدد بما نسبته ما بين 30-35٪.

ولم يقتصر أسس الثورة الزراعية على ما سبق، وإنما تتعداه إلى التوسع في عمليات المَيْكَنَة الزراعية، والتصنيع الزراعي والتخزين، والتبريد ووسائل النقل والتسويق، وتوعية المزارعين، وزيادة أعداد المهندسين الزراعيين، سواءً في الإرشاد أو التخطيط والمكافحة، ووضع خطط مرحلية لتنفيذ استراتجية التنمية الزراعية الموضوعة للدولة أو الإقليم، بحيث تحقق الأهداف المرسومة لها آنياً ومستقبلاً.

التمويل وانتاج الغذاء:

ما من ريب أن لرأس المال دوراً كبيراً في التنمية الزراعية الشاملة، في أي دولة كانت متقدمة أم متخلفة. ومن المعروف أن هذا العامل يسهم في إنشاء السدود وبناء القنوات المغطاة للري والصرف، ومد طرق النقل وتوفير وسائل النقل الحديث، وطرق المكافحة ودفع أجور الخبراء والمهندسين الزراعيين، لتنفيذ

المشـاريع الزراعيـة الحيويـة، وإعـداد الأرض الزراعيـة للزراعـة ووضـع الخطـط والاستراتيجيات، كلها مجتمعة تحتاج لميزانية مالية تتـواءم وتتماشى مـع المشـاريع الطموحة.

فدولة مثل السودان الشقيق، تضم نحو 400 مليـون فـدان (1.6 مليـار دونم) أراضي زراعية جيدة، وتحتاج فقط لرأس المال والأيدي الماهرة، في القطاع الزراعـي لانتاج معظم المحاصيل المدارية وشبه المدارية مـن القطـن، والـذرة والأرز والقمـح والأعلاف والفاكهة، مثل المانغا والحمضيات؛ بالإضافة إلى الخضراوات وأخشـاب الغابة ومشتقاتها. وكذلك توافر المياه العذبة من نهر النيل الخالد وروافده العديـدة، بجانب الأمطار الموسمية والإستوائية.

ومن الجدير بالذكر أن مجلس الغذاء العالمي، الذي اجتمع في مدينـة رومـا في شهر حزيران عام 1976، قد درس فكرة تأسيس صـندوق بـرأس مـال نحـو مليـار دولار، تساهم فيه الدول البترولية بمـا نسـبته 50٪. ولـيس ثمـة شـك في أن تلـك الفكرة، لو تمّ إقرارها، لأمكن أن تحل مشكلة التمويل. وتدفع بمزيد من الإنتـاج في الدول النامية وهي حقا الدول الجائعة. لكن ربما يتبادر للذهن السؤال التالي:

هل توفر كل هذه العوامـل، يمكـن أن تسـاهم في إحـداث الثـورة الخضـراء المتوخاّة، وتواجه الحاجـات المتزايـدة مـن الغـذاء، لملايـين الأفـواه خـلال العقـود القادمة، خاصـة وأن عـدد سـكان القريـة العالميـة قـد بلـغ 7.2 مليـار نسـمه عـام 2013م؟؟؟

لا شك أن لعملية تنظيم النسل وضـبطه دوراً أساسـياً في هـذا المجـال ولهـذا سوف نتناوله بشيء من التفصيل.

ضبط السكان:

مما سبق، نلاحظ أن هناك محاولات كثيرة ومتنوعة، تبذل لتطوير وزيادة الإنتاج الغذائي. ولكن يبقى السؤال الملح، وهو هل نستطيع مواصلة المسيرة لتوفير المزيد من الغذاء عاماً بعد عام، لمواجهة النمو السكاني السريع والمطرد؟؟

أو هل نستطيع تطوير مصادر غذاء جديدة، في فترة زمنية معقولة تساعدنا في التغلب على هذه المعضلة الخطيرة؟؟

الواقع يقول إننا لا نستطيع أن نزيد إنتاج الغذاء إلى ما لا نهاية. كما أن عامل الزمن لا يقف معنا، لأن معدلات الزيادة السكانية أسرع بكثير من معدلات زيادة إنتاج الغذاء. وعليه، لا بد من التأكيد على التزايد السكاني الطليق، والذي يفرض ضغطاً مستمراً على موارد البيئة؛ بما يتلفها ويؤثر في نظامها البيئي.

إن سلوك الجائعين اتجاه البيئة، لن يكون سلوكاً عاقلاً بقدر ما يهمهم الحصول على الغذاء لهم، ولن يهتموا بمن يأتي من بعدهم.

وعليه، يرى بعض المؤلفين، أن عملية ضبط النسل ومحاولة تثبيت حجم السكان، هي الأسلوب الحاسم والسريع في حل المشكلة. ولهذا تصبح الدعوة للتخطيط لوقف النمو السكاني في العالم؛ والوصول إلى معدل (صغر النمو السكاني)، بقدر الإمكان، هو الحل الأمثل لهذه المعضلة على مستوى العالم. أي الوصول إلى تقريب الفجوة الواسعة بين معدلات المواليد ومعدلات الوفيات، لتدنو من الصفر، كما هو الحال في بعض دول شمال غرب أوروبا كالدانيمارك والسويد مثلاً. وذلك بدلاً من أن نترك الأمر للطبيعة، بأسلحتها الرهيبة من الأمراض والأوبئة والمجاعات والزلازل؛ والبراكين والفيضانات والأعاصير والحروب، لتعيد هي بنفسها التوازن بين حجم السكان وموارد البيئة[1].

---

(1) محمد صفي الدين أبو العز: الجوانب البيئية لعدم إشباع الحاجات الغذائية في الوطن العربي =

وصفوة القول، نرى من خلال هذا العرض، إلى أن مشكلة السكان والغذاء هي مشكلة معقدة ومتداخلة. وتحتاج إلى تخطيط دقيق وشامل. بحيث يمس طرفي المعضلة محلياً وعالمياً؛ وذلك لاحتوائها وإحداث التوازن بين وجهيها.

وتعتبر في الواقع مسؤولية الدول الغنية والمتقدمة تقنياً، كبيرة جداً في هذا المجال. إذ يتوجب عليها أن تقدم مساعداتها الفنية والمادية والثقافية للدول النامية؛ لتزيد من قدراتها على استغلال مواردها استغلالاً سليماً وجيداً. وعلى قيادات الدول النامية، خلق الوعي لدى السكان، فيما يتعلق بترشيد الاستهلاك الغذائي، وتنظيم النسل في نفس الوقت.

لقد اتضح من الدراسة أن حل المشكلة هو كلٌ لا يتجزأ، واختيار مفتاح الحل عند جانب دون الآخر، لا يحل المشكلة إطلاقاً. ولعل الدول المتقدمة تعطينا القدوة الحسنة في هذا المجال. ففي الوقت الذي انطلقت فيه نحو زيادة إنتاج الغذاء من خلال الثورة الخضراء، لجأت إلى تنظيم النسل بل تحديده بصرامة؛ وبالتالي قللت الفجوة بين المواليد والوفيات؛ كما فعلت اليابان وروسيا والدنمارك... وأصبحت معظم تلك الدول الغنية؛ تعيش في بحبوحة من العيش، بعكس الدول المتخلفة التي تعيش الفقر، والتضخم والمديونية وسوء التغذية؛ والحرمان وبعد المواطن فيها عن حدود الراحة والاطمئنان[1].

في ((حاجات الانسان الأساسية في الوطن العربي)) ((والجوانب البيئية والتقنيات والسياسات)) ترجمة عبد السلام برنامج الأمم المتحدة للبيئة، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون، 1990.

(1) مركز الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (الموئل)؛ الجماهير، المستوطنات، البيئة، والتنمية، تحسين البيئة المعيشية لتحقيق مستقبل قابل للإدامة 1991م.

وما من ريب، أن مثل تلك الآراء، تنطبق بشكل كبير على الدول المكتظة بالسكان، مثل دولة البنغال والهند ومصر والصين واندونيسيا، التي تعاني من الضغط السكاني على مواردها الطبيعية. أما الدول البترولية التي لديها إمكانيات مادية هائلة نسبياً، وعائدات مالية من وراء البترول، فلا مانع لديها من زيادة السكان فيها، حيث لا يوجد ضغط شديد على مواردها الطبيعية، بل على العكس، تحتاج للمزيد من الأيدي العاملة الماهرة وغير الماهرة، لتنفيذ خططها واستراتيجيتها التنموية الشاملة اقتصادياً واجتماعياً.

الفصل الخامس

التلوث البيئي، أسبابه، ومكوناته وتوزيعه



الفصل الخامس

التلوث البيني، أسبابه، ومكوناته وتوزيعه

1. مقدمة.
2. مشكلة التلوث.
3. مكونات الملوثات البيئية.
4. التلوث مشكلة عالمية.

الفصل الخامس

التلوث البيئي، أسبابه، ومكوناته، وتوزيعه

مقدمة:

لقد أضحت مشكلات البيئة إحدى المعضلات، التي تواجه البشرية جمعاء في القرن الواحد والعشرين ميلادي. لذا فقد أصبحت الشغل الشاغل للإنسان في كل مكان في العالم، سواءً على مستوى الأفراد والجمعيات أو على مستوى الحكومات وصناع القرار في العالم.

وعليه، فقد أولتها جل اهتمامها والتصدي لهذه المعضلات، ومنها معضلة التلوث بأشكاله المائي والهوائي والأرضي؛ وبمستوياته المختلفة سواءً كان تلوثاً مقبولا أم خطراً أو مدمراً. وحينما تمّ انعقاد مؤتمر قمة الأرض عام 1992م تحت عنوان البيئة والتنمية، في مدينة ريودي جانيرو بالبرازيل، لتدارس الأوضاع البيئية الراهنة والمتوقعة، وتأثيراتها السلبية على النظام البيئي العالمي، فشكل ذلك التجمع لرؤساء وملوك دول العالم نقطة تحول، حيث انتقل موضوع البيئة ومخاطرها إلى موضوع علمي وسياسي ودولي، بعد أن بدأ على شكل اهتمامات فردية لعلماء أو باحثين أو صحفيين.

وحينما شعر العلماء والباحثين بخطورة هذه المشكلات، أعلنت حالة الطوارئ ضد خطر المشكلات البيئية. وعقد المؤتمر البرلماني الدولي في مدينة ستوكهولم بالسويد عام 1972. وبدأ الكثير من الدول على المستوى الوطني والإقليمي والدولي، تتحرك بإيجابية نحو مواجهة المشكلة.

لقد أثبتت الدراسات العلمية، بأن الدمار قد بات يهدد جميع عناصر ومكونات البيئة الطبيعية والبشرية على حد سواء، نتيجة عدة مشكلات مثل التزايد السكاني والتلوث، ونقص إنتاج الغذاء والمجاعات، ونضوب المياه الجوفية وقطع أشجار الغابات، والرعي الجائر وزحف التصحر، وانتشار السموم بالأراضي الزراعية، وتطاير الغبار والمواد الكيماوية، والنفايات الذرية في الغلاف الغازي، بالإضافة إلى الكوارث الطبيعية كالأعاصير والفيضانات، والزلازل وموجات البحر "تسونامي" Tsunami كما يحدث في اليابان واندونيسيا وسواحل أمريكا الشمالية الغربية. والبراكين والمد والجزر في البحار والحرائق في الغابات وغيرها.

مشكلة التلوث:

يعتبر التلوث مشكلة رئيسة من مشكلات البيئة التي نحياها في القرن الواحد والعشرين ميلادي. والحقيقة أنها حظيت فجأة باهتمام الناس منذ منتصف القرن العشرين الماضي؛ بالرغم من أنها كانت مرافقة للإنسان منذ ظهر على سطح هذا الكوكب. ولكنها لم تصل إلى الحد الخطر، إلا بُعَيْد الحرب العالمية الثانية، حينما أخذت مجالات التصنيع الحديثة، تتسارع بشكل هائل فزادت مقذوفاتها الصناعية السائلة والغازية والصلبة، بجانب تزايد أعداد البشر. فظهرت مخاطرها بشكل محسوس، لم يسبق له مثيل خلال التاريخ الإنساني فوق سطح الأرض.

وعليه، أصبح التلوث وليد الصناعة العصرية بالدرجة الأولى، بل هو مشكلة العصر الذي نعيش، والتي باتت تَقُضْ مضاجع المسؤولين والباحثين، لوضع الحلول الجذرية والضوابط الحاكمة، التي تنقذ المجتمع البشري من هذا الخطر الداهم.

وسوف نركز في هذا البحث، في إلقاء الضوء على أسباب التلوث ومظاهره وأخطاره، ودور التخطيط في التغلب على هذه المعضلة، لإيجاد بيئة بشرية صحية

ونظيفة. ومن ثم تبرز أهمية علم الجغرافية، من خلال الربط والتحليل العلمي، في إلقاء الأضواء الكاشفة لحل مشكلات الإنسان مع بيئته.

وربما يتبادر للذهن السؤال التالي ما هو التلوث!؟ أو بمعنى أدق ما هو مفهوم التلوث؟؟

إن التعريف الشائع للتلوث، هو إلقاء النفايات بما يفسد جمال الطبيعة ونظافتها. أما التلوث بالمفهوم العلمي، فهو إحداث تغير وخلل في النظام البيئي للمحيط أو البيئة، بحيث يشل فاعلية هذا النظام، ويفقده المقدرة على أداء دوره الطبيعي، في التخلص من الملوثات، وخاصة العضوية منها بالعمليات الطبيعية. ويحدث هذا التغير أو الخلل، إما نتيجة لإلقاء أنواع من النفايات، تتحدى العمليات الطبيعية، أو أن تكون بكميات كبيرة، تفوق قدرة هذه العمليات الطبيعية على احتوائها. وهنا نتساءل وما هو النظام الأيكولوجي (Eco System) للبيئة أو المحيط؟

إن الله سبحانه وتعالى، حينما خلق الأرض وما عليها، خلق لها نظاماً بيئياً دقيقاً، يكفل وجود الحياة واستمرارها فوق صفحة هذا الكوكب الحيوي.

ويتمثل هذا النظام، في وجود دورة محددة، وتوازن دقيق وتنسيق كامل، يتمثل في عمليات البناء وهي الإنتاج، وعمليات الهدم وهي الاستهلاك. ويعبر عن هذه العلاقة بين المنتج والمستهلك في النظام الأيكولوجي الحيوي، بسلسلة الغذاء (FoodChain). وهكذا تسير الحياة ولا تتوقف على سطح الارض[1].

(1)Lourent, H. ; Environmenal pollution 2nd Ediion, Iowa state University, Holt, Reihart and wiston Inc. New York. 1973 ،PP. 1-52.

وإذا ما أخذنا ثنائي عناصر الحياة وهما الماء والهواء، فسوف نجد أن لكل منهما نظامه الإيكولوجي المستقل. فالهواء يتكون من مجموعة من الغازات بنسب معينة ودقيقة، تمثل سرّ عظمة الخالق سبحانه وتعالى في إعالة الحياة واستمرارها بهذا الوضع.

فلكل من الأكسجين والنيتروجين وثاني أكسيد الكربون دورته المحددة، المكونة للغلاف الغازي. وتتم دورة كل غاز عادة بطريقة متداخلة ومتعاونة مع دورة الغازات الأخرى.

ففيما يتعلق بدورة ثاني أكسيد الكربون، فإن عملية الهدم (الاستهلاك) تتمثل فيما تستهلكه النباتات، أثناء عمليات التمثيل الضوئي (Photosynthises). حيث تثبته على هيئة مواد عضوية مختلفة، لتكون به خلاياها وأنسجتها وثمارها. ثم تأتي عملية البناء الضوئي (التعويض) من خلال عمليات الاحتراق الطبيعي وعمليات التنفس للكائنات الحية المتطورة، كالإنسان والحيوان، وغير المتطورة كالكائنات الدقيقة والجهريات. فعمليات التخمر وتحلل المواد العضوية التي ينتج عنها بعض البكتيريا، هي التي تقوم أثناء عملية هدم المواد السكرية والمواد العضوية الأخرى، باستهلاك الأكسجين، وإطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون.

وهكذا يحدث الاستهلاك والتعويض، بما يكفل وجود ثاني أكسيد الكربون؛ بالمعدل الأمثل الذي وهبنا إيّاه المولى عزّ وجل. هذا و يتداخل مع دورة ثاني أكسيد الكربون دورة الأكسجين. ففي نفس الوقت الذي تستهلك فيه النباتات، هذا القدر الكبير من ثاني أكسيد الكربون، تقوم النباتات أثناء عملية التمثيل الضوئي، بإطلاق كميات كبيرة من غاز الأكسجين، تنتفع به الكائنات الحية، وعملية الاحتراق وتحلل البكتيريا وتنفس بني الإنسان.

وبهذا أيضاً تتم عملية المحافظة على معدلات الأكسجين في الغلاف الجوي، واستمرار عملية التوازن الطبيعي للبيئة (Natural Equilibrium).

ومن هنا تبدو لنا أهمية الغطاء النباتي وخاصة في المناطق الحضرية المزدحمة؛ والتي تعاني من ارتفاع معدلات استهلاك الأكسجين، وزيادة معدلات توليد ثاني أكسيد الكربون[1].

وإذا ما أخذنا الماء كعنصر ثانٍ من عناصر الحياة فوق سطح هذا الكوكب، فإننا سنجد له أيضاً نظاماً إيكولوجياً، حيث تضم المياه بعض الكائنات الحية المستهلكة للأكسيجين وأخرى منتجة له.

وتتراوح هذه الكائنات الحية بين البسيط جداً والمعقد الكبير جداً. فقد تكون عوالق مائية دقيقة؛ وهناك الحيوانات الضخمة كالفيل في البر والحوت الأزرق في البحر.

ولهذا نجد بعض هذه الكائنات، دقيقة جداً ومتناهية في الصغر، حتى أنه قد يصل قطر بعضها لاقل من الميكرون الواحد[2]. ويطلق عليها غالباً العوالق النباتية المائية كالبلانكتون (Blancton). وتتخذ هذه الأحياء المائية من ضوء الشمس، طاقة تنمو بها. حيث يقدر إنتاج مسطحات البحار والمحيطات من هذه العوالق النباتية سنوياً بنحو 500 مليار طن. وهي كمية تفوق كثيراً ما ينتج فوق اليابسة سنوياً.

وتعتمد هذه العوالق في غذائها على موادّ أولية بسيطة، هي الماء وثاني أكسيد الكربون، ثم تطلق في نفس الوقت غاز الأكسجين في الماء بما نسبته70٪ من إجمالي أكسجين الماء. وعلى هذا الأكسجين، تعتمد كائنات أخرى من العوالق الحيوانية البحرية المائية الصغيرة والأسماك. وعند تعرض هذه العوالق النباتية للإستنزاف، يعتبر ذلك في حد ذاته تلوثاً للبيئة المائية.

---

(1)Lynn, D. A; Air Pullution, In Environment, Resources, Pollution and Society, 1975, PP. 41-85.

(2) الميكرون يعادل واحد على ألف جزء من الملمتر (1/ 1000 من الملمتر)

نستنتج من كل هذا أن ميزان النظام البيئي (الايكولوجي) للبيئة، يتضمن بصفة أساسية عمليتين رئيسيتين هما، عمليتا البناء والهدم. حيث تقومان في الأحوال العادية، بتوازن دقيق وتنسيق كامل، بما يكفل استمرارية الحياة فوق سطح هذا الكوكب ولكن ماذا حدث لميزان النظام البيئي للمحيط؟

يمكن القول، إن التطور الصناعي والتقني بعيد الحرب العالمية الثانية، بجانب التزايد السكاني المطرد، وتناقص الإنتاج الغذائي والضغط على موارد البيئة من قبل السكان، وانتشار المجاعات وسوء التغذية والفقر والبطالة، وانتشار ظاهرة الحضرية العصرية في الدول المتقدمة والنامية، والتي تعتبر صانعة التلوث في العالم، قد أدى إلى تزايد بعض المركبات أو العناصر الضارة، على حساب عناصر أخرى نافعة. فاختلت بذلك العلاقة بينها، وبالتالي بين أجهزة النظام البيئي، ووقع التلوث بأشكاله المختلفة وبمستوياته المتنوعة بصورة أو بأخرى.

وبطبيعة الحال تختلف درجات التلوث وتتباين أخطاره من وقت لآخر، ومن منطقة لأخرى.

ويمكن تقسيم التلوث حسب مستوياته لثلاث درجات هي:

أ. التلوث المقبول.

ب. التلوث الخطر.

جـ. التلوث المدمر.

1. التلوث المقبول:

يتصف هذا التلوث بأنه درجة من درجات التلوث، التي لا ترافقها أي مشكلات أو أخطار ملموسة بالنسبة للأحياء على سطح كوكبنا الأرضي. بل غالباً ما تكون هذه الدرجة من درجات التلوث مطلوبة كما هو الحال بالنسبة للماء. ويمكن القول، إنه لا يوجد في الوقت الحالي، بيئة خالية من الملوثات تماماً.

فالتلوث قائم وموجود في كل مناطق العالم، ومنذ قرون عدة خلت. ولكنه لم يصل بعد إلى الحد الخَطِر. حيث اتسمت كمية الملوثات، بأنها دون الحجم الذي تعجز فيه العمليات الطبيعية؛ عن أداء دورها في التخلص من تلك الملوثات بصورة طبيعية.

2. التلوث الخطر:

وتتجاوز درجة التلوث في هذه المرحلة حد الأمان. بل تؤثر تأثيراً كبيراً في توازن النظام البيئي للمحيط. وتصل بنا إلى الحد الخطر، الذي يؤثر تأثيراً ضاراً على الأحياء وغير الأحياء بشتى أشكالها وأصنافها. وقد اقترنت إرهاصات هذه المرحلة الخطرة، بقيام الثورة الصناعية وما رافقها من ملوثات كثيرة وعديدة أفعمت الغلاف الحيوي.

وليس أدل على ذلك، من أن العالم قد استهلك من الفحم الحجري في الفترة الممتدة ما بين عامي 1860 حتى 1970 نحو 130 مليار طن. وهو من أكثر أنواع الوقود تلويثاً للبيئة، إذا ما قورن بنحو سبعة مليارات طن فقط، تمّ استهلاكها في مدى السبعة قرون السابقة لعام 1860م.

وكانت حادثة لوس انجلوس بالولايات المتحدة الامريكية عام 1948م، وحادثة وادي الميز الصناعي في بلجيكا عام 1930م، وحادثة لندن الشهيرة عام 1952م، بمثابة الإنذارات المبكرة، التي نبهت العلماء والباحثين إلى خطورة التلوث على كل مظاهر الحياه إذا ما تعدىّ الحد الآمِن [(1)].

3. التلوث المدمر:

وتعتبر درجة التلوث هذه من أخطر المراحل في تلويث البيئة، حيث تعدت

(1)Ibid.

فيها الملوثات الحد الخطر، لتصل إلى درجة التدمير لموارد البيئة. وهنا تقع الواقعة التي لا تبقي ولا تذر. والحقيقة أننا لم نصل بعد إلى هذه المرحلة. وإن كانت إرهاصاتها قد بدأت في بعض المناطق، منذرة ومحذرة البشرية بالخطر الجسيم المتوقع، إذا لم نتحرك من الآن لتطويق المشكلة خلف الخط الامن.

فهناك العديد من المسطحات المائية، التي ماتت فيها الأحياء المائية من نباتية وحيوانية؛ وأصبحت بيئات مائية ميته، كبحر البلطيق وبحيرة إيري، ونهر الراين ونهر النيل وبعض شواطئ البحر المتوسط الشمالية.

ونتيجة لذلك، أخذت الدول المتقدمة والنامية تدرك خطورة مشكلة التلوث. وأخذت تبذل المزيد من الجهد للتصدي لهذه المعضلة، من خلال سن القوانين والتشريعات الصارمة،التي تجعل موارد البيئة خلف الخط الآمن من التلوث المدمر. فزادت حاليا جمعيات حماية البيئة في جميع الدول على المستويين الشعبي والحكومي معاً [1][(1)].

مكونات الملوثات البيئية:

ربما يتبادر للذهن بعض التساؤلات مثل ما هي طبيعة الملوثات البيئية!؟ وما هي خصائصها؟؟ ومن أين تأتي هذه الملوثات لتكون أداة مدمرة للبيئة أو المحيط؟؟ وكيف تنتقل هذه الملوثات من مكان لآخر فوق سطح هذا الكوكب؟؟

وتشمل الملوثات في الواقع، كل العناصر الضارة التي تطلق في الغلاف الجوي أو تقذف في الغلاف المائي أو تنثر من فوق سطح الأرض. وهي إما أن تكون

(1)Brown, L. R. and Gail, W. F ; Man and His Environment, Food, Harper Row and publishers, Inc. N. Y. 1972, PP.102-141.

ملوثات غازية، ممثلة في الغازات الضارة التي تطلقها عوادم السيارات، أو ما يتصاعد من مداخن المصانع، ووسائل التدفئة وحرق القمامة والبراكين وغيرها.

وقد تكون الملوثات سائلة، ممثلة في الكيميائيات، التي تقذفها المصانع في المجاري المائية، وتصريف المياه العادمة والمبيدات الحشرية وغيرها. وقد تكون صلبة ممثلة في نفايات المصانع، كمخلفات المواد الخام المستعملة، وخاصة المواد الخام الزراعية. هذا بالإضافة إلى القمامة التي تتزايد باطراد من خلال تزايد السكان من ناحية، وزيادة معدلات استهلاك الفرد من ناحية أخرى.

فعلى سبيل المثال، لو افترضنا أن معدل طرح الفرد يومياً من النفايات الصلبة في فلسطين هو 2 كغم، معنى ذلك سوف يصل إلى نحو عشرة آلاف طن من هذه القمامة يومياً. وعلى المستوى السنوي سوف يصل إلى نحو 1، 44 مليون طن حسب الحجم السكاني والبالغ عام 2013 نحو خمسة ملايين نسمة، وبمعدل تزايد يصل لنحو 2٪ في المتوسط.

وقد تكون هذه الملوثات سامة. وعندما تقع الكارثة في البيئة. وربما تكون غير سامة، ولكن تفاعلها كيماوياً تصبح مصدراً من مصادر التلوث الخطر. وتقاس هذه الملوثات عادة بجزء واحد في المليون (Parts Per Million)، كما قد تقاس بوساطة ميلغرام من الملوثات في كل متر مكعب من الهواء.

وخلاصة القول، يمكن اعتبار هذه الملوثات كمواد كيماوية أو ظواهر فيزيائية أو أنها قد تكون أحياء مجهرية، كالبكتيريا والفيروسات والفطريات ذات خصائص حيوية.

ويمكن تقسيمها حسب خصائصها إلى ثلاثة أقسام هي:

1. الملوثات الفيزيائية
2. الملوثات الكيماوية.
3. الملوثات الحيوية (الاحيائية).

1. الملوثات الفيزيائية:

وتشمل هذه الملوثات الإشعاع، وهو من أشدها خطراً على الأحياء والمحيط. بالإضافة إلى الملوثات الأخرى كالحرارة والضوء، والضوضاء، والضجيج والأمواج الكهرومغناطيسية بمختلف أطوالها الموجية. ولهذا فهي ظواهر فيزيائية مادية كالجسيمات الإشعاعيه أو ملوثات لا مادية كالأمواج الكهرومغناطيسية، التي تتداخل مع السمات الفيزيائية لمكونات البيئة الحية وغير الحية.

2. الملوثات الكيماوية:

وتشمل هذه الملوثات، قائمة من المواد الطبيعية المنشأ، كالطاقة الحفرية من بترول وفحم وغاز طبيعي، وزيوت معدنية وأملاح المعادن بأنواعها، والسموم الطبيعية، ومنها السموم الفطرية والزيوت النباتية والشحوم وغيرها. كما تشمل أيضاً المواد الكيماوية المصنعة، كالمبيدات الحشرية والكيماويات الزراعية والفضلات الصناعية من الأحماض والأملاح والمواد القاعدية.

وفي الواقع نجد صعوبة في حصر هذه المجموعة من الملوثات، بقائمة أو حتى بعدة قوائم، بسبب كثرتها من جهة، وتزايد أعدادها على مر الأيام من جهة ثانية. كما تتفاوت تأثيراتها على الإنسان بدرجات متفاوته. فبينما نجد لبعضها تأثيرات بعيدة المدى، يكون لبعضها تأثيرات آنية عالية. [1](1)

ومن الجدير بالذكر في هذا المجال، إلى أن هذه الملوثات، قد تظهر في البيئة بتراكيز عالية نسبياً؛ فتعمل على تغيير السمات الكيماوية أو الفيزيائية للوسط، الذي تظهر فيه، كما هوا لحال عند ظهور الأملاح في المياه أو أنها لا تظهر إلا بتراكيز غاية في الضآلة، كبقايا المبيدات أو المعادن الثقيلة (كالرصاص والزئبق)،

(1) Ibid

لكن تلك التراكيز تكون كافية لإحداث أثراً حيوياً في تلك الأحياء التي تتعرض إليه.

3. الملوثات الإحيائية (الحيوية):

وتشتمل هذه الملوثات على كائنات حية مجهرية في الأغلب الأعم. وتقوم هذه الكائنات على تغيير بعض السمات والخصائص البيئية عند وجودها فيها، أو تحدث أضراراً كبيرة بصحة الإنسان أو الأحياء الأخرى. وتعتبر هذه الملوثات طبقاً للأسس العلمية لعلم البيئة (Ecology)، مكونات إحيائية طبيعية. وتقسم إلى نوعين؛ نوع يعيش في التربة والمياه، ونوع طفيلي يعيش في أمعاء الإنسان والحيوان. وقد يسبب حالة مرضية كالطفيليات المعوية، أو ليس له أي تأثير صحي ضار كما في حالة العديد من البكتيريا المعوية النافعة.

وقد أدت ممارسات الإنسان الخاطئة اتجاه البيئة، أو المحيط مثل طرح الفضلات البشرية في الأنهار أو رمي الحيوانات الميته في المصادر المائية، إلى إحداث مشكلات بيئية وصحية عديدة، ومن ثم تحول هذه الأحياء إلى ملوثات بيئية خطرة.

وعليه، فإن الملوثات الإحيائية (الحيوية) يقتصر تلوثها على المسببات المرضية فقط، مثل البكتيريا والطفيليات والفطريات والفيروسات وغيرها.

ولكن من أين تأتي هذه الملوثات؟ أو ما هو مصدرها؟

وتقسم الملوثات حسب مصدرها إلى ثلاثة أنواع هي:

أ. الملوثات الطبيعية المنشأ.

ب. الملوثات شبه الصناعية.

ج. الملوثات الصناعية.

أ. الملوثات الطبيعية الأصل (Natural Pollutants):

وتشمل هذه الملوثات الطبيعية على دقائق الغبار في الهواء، وثاني أكسيد الكبريت، وأول أكسيد الكبريت الذي ينبعث من البراكين وأكاسيد النيتروجين الناجمة عن العواصف الرعدية، بالإضافة إلى الأملاح في المياه، أوقد تكون ظواهر طبيعية كالحرارة أو الإشعاع الشمسي.

ب. الملوثات شبه الصناعية (Semi - Synthetic Pollutants):

وهي مواد طبيعية الأصل. قام الإنسان بتحويرها جزئياً أو كلياً أو بنقلها من مكان لآخر، وفقاً لاحتياجاته، مما أدى لإحداث مشكلات بيئية. ومن الأمثلة البارزه عليها، المشتقات البترولية والتي كثيراً ما أدت إلى تلويث المياه عند عطب إحدى الناقلات البحرية، وانسكاب ما فيها من حمولة بترولية، بالإضافة إلى خامات المعادن وغيرها.

ج. الملوثات المصنعة (الصناعية) (Synthetic Pollutants):

وهي مركبات استنبطها الإنسان، وأنتجها في المصانع، وليس لها شبيه طبيعي. وغالباً ما تحدث مشكلات بيئية مستعصية وخطيرة، مثل مركبات الكلور الطبيعية التي يتم إنتاجها، كمبيدات منذ عقد الأربعينات من القرن العشرين الماضي، بالإضافة إلى مركبات الكلورو- فلورو كاربون والمسماة بغاز الغريون. وقد سببت هذه الغازات الأخيرة تآكل طبقة الأوزون الواقية من الأشعة الفوق بنفسجية المميته للغلاف الحيوي. هذا بالإضافة لملوثات أخرى تندرج تحت هذه الفئة، مثل المواد البلاستيكية والعديد من الأصباغ الكيماوية والمواد المصنعة الأخرى.

كما يمكن تقسيم الملوثات حسب الفعاليات والأنشطة إلى ثلاثة أنواع هي:

1. ملوثات صناعية.
2. ملوثات زراعية.

3. ملوثات عمرانية.

1. اما الملوثات الصناعية فتشمل المواد الكيماوية والأحماض والمواد القاعدية والمواد الحافظة (الفينولات).
2. أما الملوثات الزراعية فتتضمن المبيدات الكيماوية والأسمدة الكيماوية وغيرها.
3. وهناك الملوثات العمرانية الناجمة عن التجمعات السكنية، من مدن وبلدات وقرى، وما ينجم عنها من مياه عادمة (صرف صحي) وقمامة وغيرها. [1][(1)]

التلوث مشكلة عالمية:

تعتبر مشكلة التلوث مشكلة عالمية وليست محلية أو قطرية. ولو كانت كذلك لما حازت على هذا الاهتمام العالمي الجاد. فبعد أن عرضنا لما هيَّة التلوث وأنواع الملوثات ومصادرها، ومكوناتها وسماتها وخصائصها؛ علينا أن نتساءل هل باستطاعة أي دولة من الدول حماية أراضيها من التلوث؟

إن الإجابة على هذا السؤال شبه مستحيلة. ذلك أن الملوثات تتحرك بفعل الرياح والتيارات البحرية والتجارة العالمية من مكان لآخر بحرية مطلقة. إذ هي لا تعرف حدوداً سياسية أو فواصل طبيعية بين الدول والقارات تقف عندها (Pullution know no Frontiers)؛ وإنما تنتشر انتشاراً واسعاً بلا عوائق، مما يعطي للمشكلة صفة العالمية.

وأهم العوامل التي تقوم بنقل الملوثات هي:

1. دورة الرياح وحمل الملوثات.
2. انتشار الملوثات بفعل التيارات المائية.
3. التجارة الدولية.

---

(1) Ibid

1. دورة الرياح وحمل الملوثات:

تتحرك الملوثات عند انطلاقها في البيئة فتنتقل من مكان لآخر، بفعل الرياح وسرعتها واتجاهها ودرجة الحرارة. ومن المعروف أن دورة الهواء تتم داخل الغلاف الجوي من خلال نظامين هما:

أ. النظام الأفقي لحركة الرياح.

ب. النظام الرأسي لحركة الهواء الصاعد والهابط.

وبطبيعة الحال، تتحرك الملوثات مع هاتين الحركتين الرئيستين لدورة الرياح من مكان لآخر. حيث إن الهواء يصعد بصفة رئيسة في منطقتين أساسيتين هما، منطقة الضغط المنخفض الاستوائي ومنطقة الضغط المنخفض الدائمة في العروض دون القطبية (الدائرة القطبية 60-65 شمالاً وجنوباً)، بينما نجد الهواء يهبط في منطقتين أساسيتين هما:

1. منطقة الضغط المرتفع عند عروض الخيل (المدارية بين خطي عرض 30-35 درجة شمالاً وجنوباً).
2. ومنطقة الضغط المرتفع في القطبين:

ونتيجة لتوزيع الدورة الهوائية على سطح هذا الكوكب، تصبح مناطق الضغط المنخفض حيث الهواء فيها صاعد مناطق طاردة للملوثات غير مجمّعة؛ بينما نجد مناطق الضغط المرتفع، حيث الهواء فيها هابط، هي مناطق جاذبة ومجمّعة للملوثات. ومن هنا تصاب كثير من مناطق الضغط المرتفع بالتلوث، بالرغم من أنها قد تكون في الأصل محلياً مناطق غير ملوثة[1].

ومما يؤكد هذه الظاهرة ظهور مادة السترينتم 90 -(Stremtum) في عظام

---

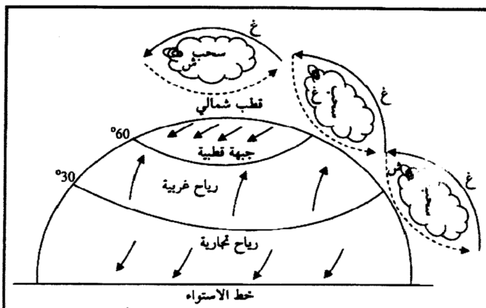
(1) شكل يوضح دورة الرياح وحمل الملوثات في العالم.

وجثث بعض أفراد الاسكيمو. بالرغم من أن إجراء التجارب الذرية في المحيط الهادي في مواقع بعيدة عن بيئة الاسكيمو بمئات الأميال. وما من شك أن هذه الملوثات قد انتقلت من مناطق التجارب الذرية مع الهواء الصاعد، ثم هبطت في المناطق القطبية مع الهواء الهابط، وتجمعت في غذاء الكاريبو والاسكيمو وبالتالي ظهرت في عظامهم[1].

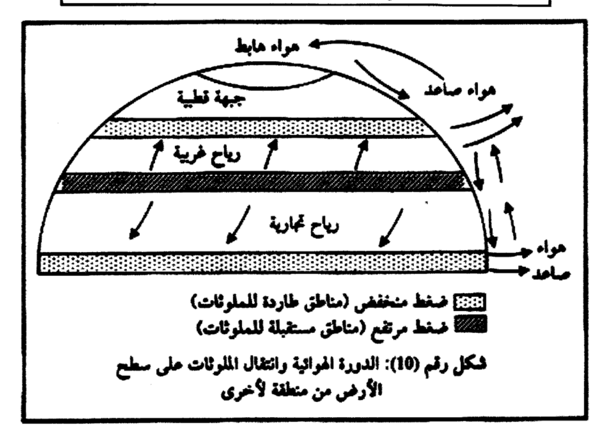
كما تلعب حركة الرياح دورها أيضاً في نقل الملوثات. فقد بينت الدراسة التي أجريت في أربعة مواقع في نيوجرسي وبنسلفانيا، والتي تتراوح أبعادها ما بين 27 إلى 49 كم عن منطقة فيلادلفيا- كامدن؛ أن درجة تركز غاز الأوزون في تلك المواقع، ترتفع عند ما تهب الرياح من هذه المنطقة الصناعية.

فعلى سبيل المثال، ثبتت زيادة درجة تركز الأوزون في مدينة أنكورا (Ancora) بولاية نيوجرسي، بالرغم من أنها مدينة غير صناعية، وقليلة الحركة والكثافة السكانية، وتبعد نحو 37 كم جنوب شرق فيلادلفيا.

(2) شكل يوضح الدورة الهوائية بين الضغط المرتفع ومناطق الضغط المنخفض وانتقال الملوثات.



شكل رقم (9): نظام الدورات الهوائية في النصف الشمالي للأرض، تتبين في الشكل الغيوم الكثيفة فوق خط الاستواء وعند خط العرض 60° شمالاً. إن نظام الدورات الهوائية في النصف الجنوبي للأرض صورة معكوسة لهذا الشكل.
(عن: McNaugbton and Wolf 1973)



شكل رقم (10): الدورة الهوائية وانتقال الملوثات على سطح الأرض من منطقة لأخرى

كما ثبت انتقال مادة الـ دي. دي. تي. بواسطة الرياح، والذي شاع استخدامه كمبيد متعدد الفوائد، خلال الفترة التي أعقبت الحرب العالمية الثانية إلى طيور البطريق، التي تقطن في القطب الجنوبي. فقد أثبتت الدراسات والبحوث التي أجريت حول مشكلات التلوث بهذه المادة، أن من خصائصه الانتقال عبر طبقات الغلاف الجوي. وقد بلغت نسبة التركيز في تلك الطيور بما نسبته 10 أجزاء بالمليار (أي 10 ميكرو غرام لكل كيلوغرام من الشحم)؟.

ومن الملوثات التي تمتلك قابلية الحركة بعيدة المدى هي مادة الكلوروفلوروكربون. وهي مركبات مصنعة تستخدم في العديد من الاستخدامات الصناعية، ومنها الغاز المستخدم في الثلاجات والمعروف بإسم غاز الغريون. إذ يتصاعد هذا الغاز بعد انطلاقِهِ، من المنظومات الحاوية عليه عند عطبها، فيرتفع إلى طبقات الجو العليا، ليصل إلى تلك الطبقة الرقيقة من غاز الأوزون؛ فيتفاعل معه محولاً إياه إلى غاز الأكسجين. وكلما تناقصت تراكيز الأوزون، كلما لوحظ ذلك على شكل فجوة تعرف اليوم بإسم (ثقب طبقة الأوزون).

ومن الدراسة التي قام بها العالم جيرش (Girsh) عام 1967 م في منطقة فيلادلفيا، أنه قد وجد زيادة في حالات الربو (Asthma) في الأيام التي يسود فيها الضغط المرتفع. بمعدل يعادل أربعة أمثال الأيام العادية، وتسعة أمثاله أثناء الجو الساكن، حيث تعطي الفرصة لتركزالملوثات. وبذلك يتضح الارتباط بين الضغط المرتفع وزيادة درجة التركز بالملوثات سواءً بالإنسان أو الحيوان والنبات.

2. التيارات المائية وانتشار الملوثات:

لا تقل التيارات المائية أهمية في نقل الملوثات، من أماكن تواجدها إلى نهاية مرور التيارات البحرية؛ بالوصول لمناطق نائية عن القلاع الصناعية، التي تقذف ملايين الأمتار المكعبة من المقذوفات الصناعية الملوثة. ومن المعروف أن هناك حركة

سطحية لبعض مياه البحار والمحيطات، وخاصة بالقرب من السواحل التي تسهم في نقل الملوثات، وانتشارها في أكبر مساحة ممكنة. هذا فضلاً عن المجاري المائية الدولية، التي تقوم بدورها بنقل الملوثات من دولة لأخرى، مثل نهر الراين الذي يخترق مجموعة من دول وسط وغرب أوروبا، لينتهي عند هولندا. وقد أتخم بكميات هائلة من الملوثات، مما جعل استخدام مياهه في استصلاح الأراضي، واستزراعها في هولندا عملية صعبة ومكلفة للغاية.

3. التجارة الدولية:

تعتبر التجارة الدولية عاملاً رئيساً في نقل الملوثات من مناطق الإنتاج إلى مناطق الاستهلاك. فعندما تتعرض المواد الغذائية للتلوث في مناطق إنتاجها؛ فإن الملوثات تنتقل مع هذه المواد الغذائية الملوثة، من خلال التجارة إلى مناطق بعيدة، وبالتالي تصيبها بالتلوث. وكثيراً ما تحمل إلينا الأنباء، عن قيام بعض الحكومات بإعدام كميات كبيرة من الأغذية المستوردة، بعد أن ثبتت عدم صلاحيتها بل تلوثها بصورة أو بإخرى.

ففي عام 1983 قامت الجهات المعنية في المملكة العربية السعودية، على إرجاع سفينة محملة بالآف الأطنان من الأغذية المعلبة والمبرده، والقادمه إلى ميناء جده إلى بلد المنشأ، بعد أن ثبتت عدم صلاحيتها للاستهلاك البشري.

من كل هذا، نستنتج على أن مشكلة التلوث؛ هي مشكلة عالمية بالدرجة الأولى. وتحتاج لجميع القوى العاملة ضد التلوث، بالتعاون والتنسيق والمتابعة في إيجاد الجهد العالمي المشترك، لحماية الإنسان والبشرية كلها من مخاطر التلوث المدمر.

ولكن ما هي أسباب التلوث فوق سطح هذا الكوكب ؟؟

هناك عدة عوامل رئيسة تسهم في نقل ونشر الملوثات، وإطلاقها فوق سطح الأرض تتمثل فيما يلي:

1. الإنسان كصانع للتلوث.
2. التوسع الصناعي في العالم.
3. سوء استخدام موارد البيئة.
4. الانقلاب الحراري.

1. الإنسان كصانع للتلوث:

لا شك أن التلوث قد رافق وجود الإنسان على سطح هذا الكوكب، ولكنه لم تظهر خطورته إلا بعد أن زادت أعداده، عما كان عليه الوضع قبل القرن الثامن عشر. فإذا كان الإنسان نجح من خلال أبحاثة ودراساته العلمية المتواصلة، أن يجعل من البيئة مطواعاً لإرادته، بل أكثر عطاءً لوجوده وتكاثره، فإنه من ناحية أخرى، قد أسهم من حيث يدري أو لا يدري، بحماقته وسوء تخطيطة في استغلال موارد بيئته بطريقة جائرة، جعلها أكثر عدائية وخصومة لوجوده على سطحها.

ويعتبر الاكتظاظ السكاني والتزايد المستمر، والمضاعف لمعدلات (الاستهلاك)، من أهم أسباب زيادة حدة مشكلة التلوث. إذ مع تزايد حجم الفضلات التي يملأ بها بيئته، يزداد التلوث حدة ويقع الخلل في النظام القائم.

ويعبر أحد العلماء عن هذه الحقيقة، وهو الدكتور بول إهرليك (Dr. PoaulEhrlick) بقوله: "إن مستوى تلوث البيئة تحدده ثلاثة متغيرات هي: حجم السكان ومعدل استهلاك الفرد، والتأثير البيئي لكل وحدة إنتاجية".

ومما يزيد الأمر تعقيداً بهذا المجال، هو قلة الوعي البيئي لدى غالبية السكان، وأنانيتهم في استغلال الموارد دون صيانه أو حماية لها.

2. التوسع الصناعي في العالم:

لقد أدى التوسع في إقامة القلاع الصناعية الضخمة، خاصة في شمال غرب أوروبا والولايات المتحدة وكندا واليابان وروسيا، والصين الشعبيه والهند واستخدام المنتجات الصناعية المختلفة، من مركبات وكيماويات وغيرها، إلى إضافة رصيد هائل من الملوثات في الغلاف الحيوي. إذ تستهلك تلك القلاع الصناعية الهائلة، كميات كبيرة جداً من مصادر الوقود الحفرية كالفحم والبترول والغاز الطبيعي، وما ينجم عن هذا الاحتراق من انبعاث كميات هائلة، من غازات أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون، وأول أكسيد الكبريت، وثاني أكسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، وكبريتيد الهيدروجين. وهي غازات سامة وضارة بالبيئة ونظامها الايكولوجي.

فعلى سبيل المثال، يقدر أن القلاع الصناعية الضخمة، تقدم للمجتمع البشري ما بين 400-500 مادة كيماوية جديدة يستخدمها. واذا كان تأثير هذه المواد الكيماوية على بيئتنا غير معروف بالضبط، إلا أننا بدأنا نحس بأثرها، من خلال التلوث الناجم عن المبيدات والأسمدة الكيماوية وغيرها.

وفي الواقع، إذا كان التقدم العلمي والتقني، قد نجحا في تطوير الإنتاج الصناعي، وأوجد الكثير من وسائل الراحة والرفاهية للبشرية جمعاء، إلا أنه لم يكن واضحاً في حساباته، هذه المعضلة الخطيرة، التي باتت تهدد البشرية كلها.

لقد أضحى الصراع في معظم الدول الصناعية مع بداية عام 1970م، هو التركيز على الاقتصاد السليم والبيئة النظيفة. (Healthy Economy & Healthy Environment).

ولكن الاعتقاد الشائع بين الدول المتقدمة والغنية، هو أن الاقتصاد السليم والبيئة الملوثة؛ يسيران جنباً إلى جنب. وقد أثبتت الدراسات والأبحاث العلمية،التي أجريت على هواء بعض المدن الصناعية المزدحمة، أن القدم المكعب من الهواء، يحمل ما يزيد على مليار جزئ من الملوثات الضارة (الجسيمات Pollutants).

فإذا كان الإنسان يستنشق يومياً من الهواء نحو 230 قدماً مكعباً، فهذا يعني أن هناك نحو عشرة ملايين جسيم غريب تدخل لأجسامنا، مع ما نستنشقه من هواء المدن الصناعية العملاقة في الساعة الواحدة!!؟؟ فاليابان، تلك المعجزة الاقتصادية (معجزة القرن العشرين الماضي)، والتي تحولت من دولة زراعية إلى دولة صناعية كبرى في مدة زمنية قياسية؛ بدأت تحس وتعاني من التلوث؛ كمشكلة رئيسة منذ عقد الستينات من القرن العشرين الماضي.

لقد سجل بعد ذلك التاريخ، العديد من الحوادث الصحية والمفجعة، نتيجة تزايد درجة التلوث، في أجواء مدنها وخاصة طوكيو العاصمة. لقد أدى تكرار ظاهرة الضبخان في طوكيو، بصورة تكاد تكون منتظمة منذ عام 1972، وما رافقها من حالات اختناق، وآلام في الحنجرة، خاصة بالنسبة للمسنين والمسنات والأطفال. ولهذا السبب نجد بعض المحلات فيها، قد تخصصت في بيع جرعات من الأكسجين، كما تبيع محلات العصير، نتيجة لارتفاع نسبة الغازات السامة من الكربون والكبريت؛ مع تزايد القلاع الصناعية فيها، في إنتاج العديد من السيارات

والمنسوجات، والكهربائيات وعربات القطار والساعات، وألعاب الأطفال وبناء السفن العملاقة والطائرات المدنية وغيرها.

وهنا، يتبادر للذهن السؤال التالي:

هل يعني هذا أن نوقف عجلة التقدم والتطور الصناعي، ونعود بها إلى الوراء؟.

في الواقع، إذا كان التلوث هو ثمن لهذا التقدم الصناعي والتقني، فإن التقدم العلمي والتقني الخلاق، مطالب اليوم، بالبحث عن أنجع الطرق والوسائل اللازمة، لتفادي الآثار الجانبية لزحف الصناعة والمدينة.

3. سوء استخدام موارد البيئة:

لا يقل هذا العامل عما سبقه من عوامل نشر الملوثات في العالم. إذ ينتج عن سوء استخدام الموارد العديده من الملوثات. فمثلاً يؤدي سوء استخدام التربة لمشكلات عدة؛ من أهمها انجراف التربة و تعريتها، وما يرافق هذا السوء من تزايد في إطلاق الملوثات، من هذه التربات المعراة. كما يؤدي سوء استخدام الصور النباتية إلى تدمير وتخريب العديد منها؛ مع ما لهذه النباتات من أهمية بالغة في حفظ توازن النظام الإيكولوجي للغلاف الغازي.

إذ أثبتت التجارب والدراسات العلمية، أن مساحة فدان واحد من الغابات تنتج من الأكسجين، كميات أكبر بكثير مما ينتجه فدان واحد مزروع بالمحاصيل الزراعية. علماً بأن فدان واحد مغطى بالمباني والطرق المرصوفة، لا ينتج شيئاً من هذا الغاز الهام جداً للغلاف الحيوي كله.!!

وعليه، يرى رجال البيئة أن سوء استخدام الموارد النباتية، يخلق مشكلة استنزاف لمصادر الأكسجين، خاصة إذا ما علمنا أن ما نسبته 95٪ من كتلة الهواء من حول الأرض، تتركز في طبقة رقيقة لا يتعدى سمكها 18 كيلومتراً.

كما يؤدي الإفراط في استخدام الأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية، إلى زيادة فرص التلوث، وخاصة في البيئات الزراعية. إذ عندما تتجمع بعض الأسمدة في المجاري المائية والبحيرات، فإنها تشجع هذه الأسمدة في الإسهام على نمو أكبر وأسرع للطحالب والنباتات المائية.

ويتغير معها لون المياه السطحية. وعندما تموت هذه النباتات وتهوي إلى باطن المجاري المائية؛ فإن عمليات التحلل، تؤدي إلى استنزاف كميات الأكسجين المذابة في المياه. ونتيجة لذلك، تقل الكمية اللازمة لإعالة الثروة السمكية والعوالق الحيوانية. كما أدى التوسع في استخدام المبيدات إلى خلق العديد من المشكلات البيئية، كتدمير الأعداء الطبيعيين للحشرات، ومنع عملية التمثيل الضوئي في النبات، ورفع نسبة المبيدات في ألبان الأبقار، بما يتعدى النسبة القانونية. كما تسهم في تقليل الإنجاب الحيواني.

هذا وقد أثبت العلماء الأمريكان، وجود علاقة بين استخدام مادة الـ دي. دي. تي (D. D. T)، وانتشار مرض السرطان.

4. الانقلاب الحراري (Thermal Inversion):

يقصد بالانقلاب الحراري، ارتفاع درجة الحرارة، كلما ارتفعنا عن سطح البحر بصورة مغايرة للوضع العادي. وتسهم هذه الظاهرة في زيادة درجة تجميع

الملوثات في المنطقة، لتصل بها إلى الحد الخطر، خاصة إذا كانت المنطقة من مناطق إطلاق الملوثات الرئيسة، كمنطقة صناعية أو مدينة عملاقة بصناعاتها المتعددة.

ومن المعروف أن الإنقلاب الحراري، يحدث عادة نتيجة لاعتبارات خاصة بظروف الموقع والتضاريس والمناخ. فالانقلاب الحراري المناخي، يحدث عادة في فصل الشتاء. حيث يؤدي فقدان سطح الأرض لحرارته بسرعة أثناء الليل، إلى تبريد طبقة الهواء التحتية الملامسة لسطح الأرض. مما يؤدي إلى تكوين طبقة من الهواء الدافئ نسبياً في الطبقة العلوية. ومن ثم يبرد دخان المصانع، وما به من ملوثات، ويعجز عن الصعود إلى أعلى، مما يؤدي إلى زيادة تجميع الملوثات في الطبقة السفلية؛ وتكوين نوعاً من الضبخان (ضباب + دخان) كما حدث في مدينة لندن في أعوام 1952، 1962، 1975، 1982م ....

أما الإنقلاب الحراري، الذي يحدث في الأودية والأحواض، فهو مرتبط أكثر بظروف الموقع والتضاريس، كما هو الحال في مدينة لوس انجلوس ووادي الميز وغيرهما.[1] فقد أدى الحاجز الجبلي المحيط بحوض لوس انجلوس من الشرق والجنوب، إلى منع الرياح الباردة القادمة من المحيط، من التوغل خلف الحوض إلى الشرق. ونتيجة لذلك، تتكون طبقة من الهواء البارد فوق سطح الحوض، يبرد معها دخان المصانع، ويعجز عن الصعود إلى أعلى. ومن ثم تزداد درجة تركز الملوثات، بما يصل بها إلى درجة الخطر المدمر.

(1)Schaefer., V. J. ; The Inadvertent Modification of the Atmosphere By Air Pollution, Bull. Meteorol. SOC., 50: 199, 1969.

وتحدث هذه الظاهرة في الأودية، عندما يهبط نسيم الجبل ليلاً مكوناً طبقة من الهواء البارد في بطن الوادي. حيث تعمل كمصيدة للملوثات، مثل مدينة عمان العاصمة الأردنية. ومما يزيد من خطورة هذا التلوث وفرة الإشعاع الشمسي في المنطقة، حيث يساعد على إحداث نوعاً من التفاعل الكيماوي، بين الأكسجين والنيتروجين والهيدروكربونات مكوناً ما يدعى بالضبخان الكيماوي (Photo Chemical Smog) والذي يحتوي على غازات ضارة تساعد على إدماع العين والآلام في الحنجرة بالإضافة إلى صعوبة في التنفس.

واذا كان الضبخان الكيماوي عادة، ما يكون محلياً وقاصراً على المناطق الحضرية والأجزاء المحيطة بها؛ إلا أنه يتصف بالمرونه والحركة من خلال حركة الرياح المحلية، وحملها للملوثات من مركز التلوث إلى المناطق المجاورة. فعلى سبيل المثال، أقيم في وادي كولومبيا بكندا مصهر للرصاص والزنك في مدينة تريل Trail عام 1896. وقد بلغت كمية ثاني أكسيد الكبريت التي تقذف يومياً ما بين 600- 700 طن. وبدأ تأثيرها التدميري يمتد إلى المحاصيل، والمناطق الريفية المجاورة، حتى مسافة 90 كم عن مدينة تريل المذكورة.

وبجانب هذه الأسباب، هناك أسباب أخرى تتمثل في انفجار البراكين، وما ينطلق منها من مجموعة غازات سامة كأكسيد الكبريت والكربون، واندلاع الحرائق في مناطق الغابات والمراعي، والرياح المتربة مثل رياح الطوز في منطقة الخليج العربي، والهبوب بالسودان والخماسين في مصر وغيرها.

هذا إلى جانب حبوب اللقاح والفطريات. كما بدأت الأمطار تسهم بدورها في الوقت الحالي، في إشاعة التلوث في مناطق كثيرة من العالم. حيث تعمل على

إسقاط الملوثات المعلقة في الهواء، لتلوث بالتالي مياه الأنهار والبحيرات. فقد ثبت بالفعل أن التساقط في مساحة كبيرة، في شمال شرق الولايات المتحدة، حيث أصبح مختلطاً بكميات كبيرة من أحماض الكبريت والنيتريك والهيدروليك. إذ بلغ المستوى السنوي للفوسفات PH في مياه الأمطار في تلك المناطق، من خلال الدراسات العلمية على نحو 4٪. كما تشير تلك الدراسات أيضاً، إلى أن المياه في بعض أنهار وبحيرات كل من أوروبا وأمريكا السكسونية؛ قد زادت درجة حموضتها، إلى الحد الذي بدأت فيه العمليات الطبيعية، تتوقف في عملها داخل النظام البيئي للمياه، نتيجة لهذه الحموضة المطردة في مياه الأمطار.

الفصل السادس

التلوث أشكاله، ومخاطره

الفصل السادس

التلوث أشكاله، ومخاطره

ويمكن تقسيم التلوث بوجه عام إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي:

1. التلوث المائي.
2. التلوث الأرضي.
3. التلوث الغازي.

التلوث المائي:

الماء هبة من الله سبحانه وتعالى، يتكون منه كل شيء حي. قال الله سبحانه وتعالى: ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾ سورة الأنبياء الآية 30 صدق الله العظيم.

وللماء القدرة على تنقية نفسه بنفسه، مما يعلق به من شوائب، وبمساعدة العوامل البيئية الأخرى. هذا إذا كانت الشوائب ضمن قدرة المصدر المائي على تحملها ومعالجتها. أما إذا زادت عن حدها المقبول في ذلك المصدر المائي، فإن بوادر التردي في نوعية المياه، تبدأ بالظهور على ذلك المصدر المائي.

ويعرف التلوث المائي، بأنه زيادة تركيز العوامل الكيماوية أو الفيزيائية أو الحيوية، لتجعل من الماء مصدراً ضاراً بالإنسان أو الأحياء المائية أو بالممتلكات.

ويعتبر الماء بوجه عام، الشريان الحيوي في بعث كل مظاهر الحياة على سطح الأرض؛ ومن ثم كان الحرص الشديد على وجود المياه، ونظافتها وصيانتها والحفاظ على توازن نظامها الايكولوجي، أمراً تقتضيه استمرارية الحياة قال تعالى:

﴿ وَٱللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَآبَّةٍ مِّن مَّآءٍ ۖ فَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰ بَطْنِهِۦ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰٓ أَرْبَعٍ ۚ يَخْلُقُ ٱللَّهُ مَا يَشَآءُ ۚ إِنَّ ٱللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ قَدِيرٌ ﴾ الآيه 45 من سورة النور.

ولهذا كان التلوث المائي من أخطر مشكلات البيئة، والذي بات يهدد حياة الإنسان في مشربه ومأكله، إلى جانب تأثيره في كثير من مظاهر الحياة الأخرى.

وربما يتبادر للذهن السؤال التالي، كم يبلغ حجم الغلاف المائي حول الكرة الأرضية؟ يشغل الغلاف المائي أكثر من 70٪ من مساحة الكرة الأرضية. ويبلغ حجمه نحو 296 مليون ميل مكعب (1.5 مليار كم^3) من المياه. وإذا ما تم توزيع هذا الكم بالتساوي على سطح الأرض، لغطاه جميعاً بسمك يبلغ نحو 2550 متراً. ومما تجدر ملاحظته أن نحو 97٪ من هذه الكمية في حالة سائلة، وبنحو 2٪ تقريباً في حالة تجمد[1].

هذا بالإضافة إلى أن 0.000053٪ تكون متناثرة في الغلاف الجوي على شكل بخار ماء.

ومعظمها مياه مالحة، حيث تبلغ نسبتها نحو 96.7٪ من إجمالي المياه كلها. أي بما يعادل 268.230.000 ميل مكعب. والباقي 3.3٪ مياه حلوة. أي بما يعادل 9.770.000 ميل مكعب. والحقيقة أن هذه المياه العذبة رغم ضآلة حجمها، إلا أنها حيوية للإنسان والحيوان والنبات. علما بأن نسبة المياه العذبة السائلة لا تزيد عن 0.65٪ من إجمالي المياه كلها؟؟

ويقصد بتلوث المياه هو إحداث تلف أو فساد لنوعية المياه ونظامها البيئي، بصورة أو بأخرى. لدرجة تصبح معها المياه ضارة أو مؤذية عند استخدامها، أو

(1) Gower, A. M. ; water quality in catchment ecosystem, John wiley & Sons, 1980, PP. 11-45.

أنها غير قادرة على التخلص من الفضلات العضوية، والكائنات الدقيقة التي تستهلك الأكسجين المذاب فيها.

إن استنزاف الأكسجين من المياه يعتبر تلوثا؛ إذا كانت تعتبر بيئة مائية للثروة السمكية. كما أن تعرض المياه لتزايد الفضلات العضوية، يؤدي إلى زيادة جهد البكتيريا أثناء عمليات التنقية الطبيعية (purification processes)، وبالتالي يزداد استهلاك الأكسجين، فيقل بالتالي وجوده في المياه من أجل إعالة الأسماك ومظاهر الحياة المائية الأخرى (Aquatic life). كما أن زيادة نسبة الكيماويات المختلفة، تعتبر تلوثا إذا ما نظرنا إلى المياه كمصدر رئيس للشرب أو لري المحاصيل.

ومن الجدير بالذكر، أن درجة من درجات التلوث للمياه مطلوبه، لأن المياه النقية لا توجد إلا في المعامل فقط. فليس هناك مياه طبيعية نقية تماما، ولكن بشرط ألاّ تتعدى الملوثات الدرجة الآمنة، حفاظا على النظام البيئي الطبيعي للمياه.

أشكال وأسباب التلوث المائي:

نستطيع أن نقسم أشكال وأسباب التلوث المائي إلى أربعة أنواع رئيسة وهي:

1. تلوث المسطحات المائية (كالبحار والمحيطات).
2. التلوث الحراري.
3. التلوث الهيدروبيولوجي (Hydro Biological Polltion).

1. تلوث المسطحات المائية (كالبحار والمحيطات):

ويتضمن هذا النوع من التلوث المائي، إلقاء كميات هائلة من الفضلات العضوية وغير العضوية، من المصانع التي تنتشر على طول سواحل البحار والمحيطات والبحيرات، مثل مركبات الرصاص والزرنيخ والسيانور والزئبق والنحاس والنيكل.

هذا بالإضافة إلى مياه الصرف الصحي (الإصحاح البيئي) غير المعالجة، والتي تحتوي على العديد من المذيبات والدهون وفضلات المنازل من قمامة ومخلفات المسالخ ونحوها.

كما تسهم السفن التي تقذف عادة بكميات كبيرة من البترول، من خلال عمليات تنظيف الخزانات وعوادم السفن، أو من حوادث تصادم ناقلات النفط العملاقة، التي تتراوح حمولتها بين 100 إلى 300 ألف طن، كما يؤدي لإشاعة التلوث المائي على نطاق واسع[1].

ونستطيع أن نتخذ مثالا على تحطم ناقلة البترول توري كانيون (TorreyCaynon) عام 1967، بحمولة نحو 120 ألف طن بالقرب من شواطئ إنجلترا، حيث انسكبت كل الكمية وغطت لمسافة تزيد عن 320 كم مربع، على طول الشواطئ الغربية والجنوبية لإنجلترا. وقد كلفت عملية التذويب لمادة البترول، بإلقاء الكيماويات قدرت بنحو 2.5 مليون جنيه إسترليني، وذلك لمنع وقوع الحرائق. ولكن يبقى السؤال الملح هل قضت هذه الطريقة على تلوث المياه بمادة البترول؟؟

في الواقع، إن عملية الإنقاذ تلك، قد زادت من درجة التلوث، نتيجة لإلقاء المزيد من المذيبات الكيماوية. كما أدى تحطيم الآبار الارتوازية في حقل نوروز الإيراني في 21/ 5/ 1983، وانهيار المنصة على البئرين إلى تدفق البترول بمعدل 7 آلاف برميل يوميا. فتشكلت بقعة من الزيت فوق مياه الخليج العربي، لمسافة 450 كيلو متراً من البصرة شمالا حتى سواحل قطر جنوبا.

(1) Warster ; C.F., DDT. Reduces Photosynthesis by Marine Photo Planktion, Science, 159, 1968, pp. 27-75.

وقامت السلطات المحلية بالخليج، مع الخبراء الأمريكان في التصدي لهذه الكارثة، وذلك بجمع كتل البترول من تحت سطح المياه، وإرسالها لمصافي البترول، بدلا من رشها بالمذيبات الكيماوية الخطرة، على الحياة المائية في الخليج العربي.

وفي 28/ 3/ 1983، تحطمت إحدى السفن الإيرانية، بمنشآت النفط في بوشهر وجزيرة خرج، فتسرب البترول بمقدار 300 ألف برميل، وغطت مساحة 16 ألف كيلو متر مربع، وامتدت لمسافة 150 كم وعلى عمق 50 سنتمتراً تحت سطح الماء، الأمر الذي زاد من صعوبة التغلب على شفطه من سطح الماء وتأثيره المدمر على الأحياء المائية.

ومما يؤكد على سرعة انتشار البترول فوق سطح الماء، أن اللتر الواحد من البترول، قد يؤدي إلى استهلاك الأكسجين الموجود في 400 ألف لتر من ماء البحر. وأن جالونا واحدا، له القدرة على الانتشار على مساحة 16 ألف متر مربع، أي على مساحة 16 دونما. وهنا تظهر الخطورة باستنفاذ الأكسجين الموجود في تلك البقعة المائية، للتخلص من المواد العضوية بواسطة البكتيريا الموجودة في البحر. هذا بالإضافة إلى تأثيره على الحشائش البحرية، إذا لم تستطيع البكتيريا القيام بدورها بصورة طبيعية، مما يؤدي لوقوع التدمير البيئي للحياة المائية في تلك المنطقة المنكوبة.

ولهذا يعتبر الأكسجين الذائب في المسطحات المائية عنصر حيوي لعدة أسباب ومنها:

(أ) يعتبر الأكسجين عنصراً مهماً لأكسدة الكثير من المركبات الحاوية، على الحديد والنحاس والمنغنيز أو المركبات النيتروجينية أو الكبريتية الأخرى. إذ تعمل مثل هذه المركبات، على استهلاك الأكسجين في المياه المستهلك بهدف التحول إلى أكاسيدها. ويمكن قياس كمية الأكسجين المستهلك من قبل تلك المركبات، أثناء عملية التحول الكيماوية لها. وهذا بحد ذاته يشكّل قياساً أساسياً ومهما في تحديد نوعية المياه. ويعرف باسم الاحتياج الكيماوي للأكسجين أو الطلب الكيماوي على الأكسجين.

(ب) يمثل غاز الأكسجين الذائب في المياه، عاملاً حيوياً مهماً لتنفس الأحياء المائية النباتية والحيوانية، وربما تؤدي قلته في المياه إلى القضاء المباشر عليها أو على أطوارها اليرقية، حيث يقاس بوحدات الملغرام لكل لتر.

(ج) كما يعتبر الأكسجين عنصراً أساسياً وجوهرياً، لتكاثر وانتشار العديد من الأحياء الجهرية الهوائية المعيشة (Aerobic) كالبكتيريا والخمائر، وأنواع أخرى عديدة، والتي يعود إليها الفضل في تكسير المواد العضوية المعقدة، كالسكريات والنشويات والدهون والسليلوز وغيرها، والتي غالبا ما تكون موجودة في الماء، كملوثات ناجمة عن مصادر طبيعية أو بشرية المنشأ. فتقوم هذه الأحياء الجهرية الدقيقة على تكسيرها وتحويلها إلى أشكال بسيطة وقابلة للذوبان في الماء.

ويمكن قياس تراكيز هذه المواد في الماء، من خلال قياس ما تستهلكه الأحياء الجهرية من الأكسجين اللازم لتنفسها، أثناء عملية تكسيرها للمواد العضوية. وهذا ما يعرف بالاحتياج الحيوي الكيماوي للأوكسجين.

(Biological Oxygen Demmand) (BOD) أو الطلب الحيوي على الأكسجين.

وقد ثبت من الدراسات والتجارب العلمية على أن ماء الشرب يجب أن يحتوي من الاحتياج الحيوي للأكسجين ما بين 0.7 إلى 1.5 ملغم لكل لتر كمعدل شهري. أما قيمته في المصادر المائية ذات النوعية الجيدة، التي يمكن استغلالها للشرب بعد التصفية، فتتراوح ما بين 1-3 ملغرام لكل لتر. ويعتبر مثل هذا الماء نقيا.

ويمكن اعتبار قيمة 5 ملغرام/ لتر هي قيمة حرجة ما بين المياه الملوثة والمياه النقية. وما زاد عن ذلك لا يجوز استخدامه للشرب [1]. ولكن إذا ارتفعت القيمة إلى 20 ملغرام/ لتر فإن تلك المياه تعتبر ملوثة جداً، بل تعتبر مياه فضلات وتحتاج

---

(1) Goodman, G.T, (1974) How do Chamical substances affect the Environment, proy. soc. London, b, 185: pp. 120 - 151.

إلى تصفية. وتصل قيمة الاحتياج الحيوي الكيماوي للأكسجين لمياه الصرف الصحي الناجم عن المجمعات السكنية والمدن في حدود 100-400ملغرام/ لتر بوجه عام. وقد ترتفع لأكثر من ذلك أحياناً لتصل في مياه الفضلات الصناعية، لبعض الصناعات الغذائية إلى نحو 10.000 ملغم/ لتر أو أكثر من ذلك. إن نقص الأكسجين في الماء يؤدي لحالة بيئية تعرف بالاختناق البيئي (Environmental Hypoxia).

(د) يعتبر الأكسجين عنصراً حرجاً في المياه. ومما يزيد من أهميته وحراجته، هو تزايد الطلب عليه لتنفس الأحياء المائية، وتكسيد المواد الكيماوية القابلة للتأكسد من جهة، في حين يعتبر إمداده غير كاف، ويخضع إلى عوامل عديدة محددة. إذ أن أنقى المصادر المائية في العالم، لا تحتوي إلا على قدر ضئيل منه، لا يتجاوز 6 ملغرام/ لتر في درجة حرارة 20 درجة مئوية.

ويتأثر ذوبان الأكسجين في الماء بعدة عوامل منها:

1. درجة الحرارة حيث يتناسب تركيز الأكسجين الذائب، عكسيا مع درجة الحرارة، أي كلما ارتفعت؛ كلما قلت نسبة الأكسجين الذائب في المياه والعكس هو الصحيح.
2. كما يتأثر الأكسجين الذائب، مع الحركة المائية، للكتلة المائية حيث تتناسب تناسبا طرديا مع تركيز الأكسجين الذائب.
3. كما تتناسب كثافة الأحياء المائية، تناسبا عكسيا مع تركيز الأكسجين الذائب.

وخلاصة القول، يعتبر نقص الأكسجين الذائب في الماء، زيادة في التأثير السمي للمركبات السامة في المياه، وذلك بسبب الضغط الوظيفي الناجم عن نقصه.

حيث يعتبر في مثل ذلك الوضع، عامل شدة على الأحياء المائية. إذ تختلف المصادر المائية في تراكيز الأكسجين الذائب ما بين الليل والنهار. وتتزايد الفروق إذا

كانت المصادر غنية بالنباتات المائية، حيث تساهم النباتات بإنتاج كميات لا بأس بها من الأكسجين، كناتج عرضي أثناء قيامها بعملية التركيب الضوئي (Photo Synthesis)، فيرتفع بذلك تركيز الغاز الذائب أثناء النهار، إلا أن النباتات مع الأحياء المائية الحيوانية الأخرى، تعود لاستهلاك الأكسجين الذائب خلال الليل، حيث يتوقف إنتاجه فتنخفض بذلك تراكيز الغاز بدرجة كبيرة، ويزداد انخفاض التراكيز في حالة وجود مواد عضوية أو كيماوية قابلة للتأكسد داخل المسطح المائي.

3. التلوث الحراري (Thermal Pollution):

ويتم هذا التلوث نتيجة لقذف المياه عالية الحرارة من محطات الطاقة الكهربائية والمصانع إلى المياه. وقد تزايد أثر هذا العامل، نتيجة لانتشار محطات الطاقة الكهربائية، وخاصة المحطات النووية، التي تتعامل مع درجة حرارة أعلى من محطات الغاز والفحم. ومن المعروف أن درجة حرارة الأنهار والبحيرات تتفاوت من موسم إلى آخر، ومن منطقة لأخرى، حيث تتراوح بين درجة التجمد ودرجة 90 ف (أي بين 32- 90 ف) (أي من صفر مئوي- 32 درجة مئوية).

ومع هذا، فإن الأسماك تفضل دائما الأماكن الباردة. إذ أن معظم التفاعلات الكيماوية داخل الأسماك، تزداد سرعتها عندما ترتفع درجة حرارة الماء. حيث أن ارتفاع درجة الحرارة إلى نحو 18 درجة فهرنهيته، عادة ما يضاعف من معدل سرعة التفاعل، وبالتالي تحتاج الأسماك إلى كميات كبيرة من الأكسجين. فمثلا نجد سمك السلمون، يحتاج إلى أربعة أمثال كمية الأكسجين المطلوبة عند درجة الحرارة الأعلى، بالقياس إلى درجة الحرارة الاقل. كما يحتاج سمك الشبوط (Carp) إلى ثلاثة أمثال ما يحتاجه سمك السلمون.

ومما يزيد الأمر خطورة أيضاً، فيما يتعلق بالتلوث الحراري هذا، هو قلة

نسبة الأكسجين المذاب في الماء، إذ تضغط الحرارة المرتفعة بشدة على الأكسجين، وتطرده من الماء، هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى فإن عملية تذويب الأكسجين في الماء تقل بصورة طبيعية في المياه الحارة عن المياه الباردة، ومن ثم فإن أي عامل يزيد من درجة حرارة الماء، فإنه يقلل لحد كبير من قدرة الماء على حمل الأكسجين، وبالتالي يؤدي إلى إحداث خلل بيئي، وهو التلوث المائي في المسطح المائي، سواءً كان بحرا أو نهرا أو بحيرة أو محيطاً.

4. التلوث الهيدروبيولوجي:

ويتم هذا النوع من التلوث من خلال إلقاء الفضلات، حيث يؤدي تحليل مخلفاتها إلى تكوين مواد تحتوي على النيتروجين والفسفور والكربون. الأمر الذي يساعد على نمو بعض النباتات، التي تمتص الأكسجين من الماء. ونستطيع أن نلتقط من نهر بلات(Blatt) الشمالي في منطقة ودبنح (Wodbing) بالأرجنتين، ما يصور لنا خطورة هذا التلوث المائي.

لقد تعرض النهر لاختناق، نتيجة تراكم الفضلات الكثيفة، التي تقذفها مصانع سكر البنجر، حتى امتلأ النهر بالألياف المعطّنة التي تستهلك الأكسجين. هذا بالإضافة إلى الرائحة الكريهة جداً التي تنبعث من النهر. وإذا ما نظرنا إلى مصانع لب الخشب والورق، فإنها تقذف بمحلول الكبريت، وهي مادة غير سامة في حد ذاتها، ولكنها تتحلل بالبكتيريا، التي تستهلك كميات كبيرة من الأكسجين أثناء عملية التحلل. ومن ثم يفقد النهر قدرته على إعالة الحياة المائية في داخله.

وهكذا تتباين أسباب وأشكال التلوث المائي، بما يقلل من قيمة هذا المورد الحيوي والهام، في مراعاة الحياة النباتية والحيوانية، والإنسانية على سطح هذا الكوكب، وبالتالي تزيد خطورة التلوث المائي. هذا إذا ما علمنا أن الغلاف المائي،

يغطي ما نسبته من سطح الكرة الأرضية نحو 70٪ والمياه المالحة 97٪ والعذبة فقط 3٪ المتجمدة منها 2.35٪ والسائلة 0.65 فقط[1].

أخطار التلوث المائي:

للتلوث المائي أخطار جسيمة تمس أشكال الحياة العليا المرئية للأسماك. حتى أصبحت ظاهرة الأسماك الميتة، والتي تقذفها حركة المياه والهواء على شواطئ البحار والبحيرات والأنهار، ظاهرة شائعة منذ بداية عقد السبعينيات من القرن العشرين الماضي.

هذا بالإضافة إلى إتلاف نوعية المياه، مما يجعل استخدامها في مجال الزراعة أو الصناعة أو الشرب؛ محفوفا بالمخاطر. ويمكن أن نلتقط مما حدث لبحيرة إيري، في الولايات المتحدة ما يصور خطورة التلوث المائي. فقد استنزفت البحيرة معظم أكسجينها. وأعلنت من الناحية الحياتية أنها قد ماتت كليا.

ومن المعروف أن بحيرة إيري تتصف بضحولتها وهدوء التيار فيها. وينتظم من حولها مجموعة كبيرة من المدن الصناعية الكبرى، مثل ديترويت وكليفلاند وبفلو وغيرها من مدن التوابع الصناعية، التي تقذف مصانعها العديدة والمتنوعة باستمرار ومنذ فترة طويلة بفضلاتها، والتي قدرت بنحو 17 ألف طن يوميا. فترسبت واستقرت في قاع البحيرة، لدرجة أن حركة المياه القادمة من بحيرتي هورن ومتشيغان، لم تعد قادرة على جرف هذه الفضلات أمامها؛ بل أصبحت تنزلق فوقها.

وبات يخشى أن يكون تدمير البحيرة، بهذه الصورة من الصعوبة بمكان،

(1) Moore, J. W. ET. ; Environmental Chemistry, Academic Press, New York, 1986, pp. 52- 9.

التخلص منه، حتى لو كانت هناك طريقة لإزالة هذه المخلفات. ذلك أن المشكلة ستبقى من خلال البحث، عن أماكن لوضع هذه المخلفات. وقد قدرت تكاليف إزالة تلك الملوثات من البحيرة، بنحو مليار دولار كحد أدنى، حتى تستطيع البحيرة استعادة نظامها البيئي الطبيعي.

وما قيل عن بحيرة إيري، انطبق أيضاً على بحيرة متشيغان. بل وزاد الطين بلة أن حركة المياه بطيئة جدا، مما جعلها أقرب للركود منها للحركة، في كثير من قاعها المليء بتلك المقذوفات الصناعية السامة و المدمرة لنظامها البيئي[1].

ومن أخطار التلوث المائي، ما حدث لسكان مدينة ألجن (Elgin) في ولاية منسوتا الأمريكية؛ حيث اضطر السكان أمام تلوث المياه بالنيترات، إلى البحث عن مصدر آخر لموارد المياه، خارج إقليم المدينة. كما تحول بحر البلطيق الذي يتميز بمياهه الراكدة إلى بيئة مائية ميتة. تخلومن كل مظاهر الحياة المائية فيما عدا بعض البكتيريا اللاأكسجينية (Anaerobic).

(1) WHO; (1982) Rapid Assessment of Air, water and land Pollution WHO Offset Publication, No. 62. PP.14-74.



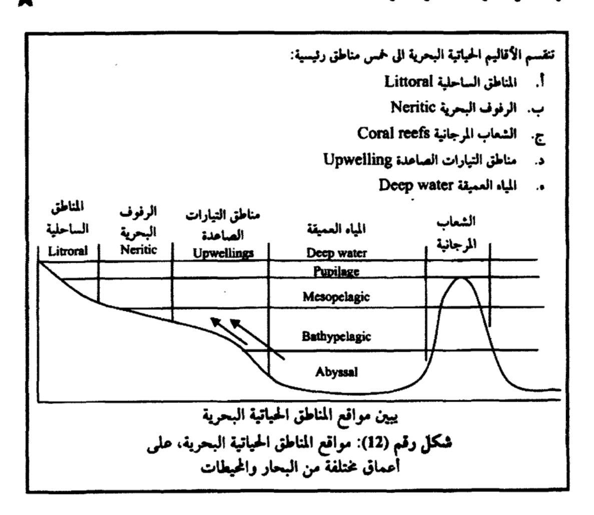
شكل رقم (11) يوضح نظام توزيع الكائنات الحيّة في البحار (عن : Isaacs).

وفي روسيا الاتحادية بدأ الاهتمام بالتلوث المائي، في كل من بحري قزوين والأسود، بعد أن أخذ التلوث يهدد وجود أسماك الستروبيون المشهورة بالكافيار. كما بدأ يعاني الخليج العربي في مواجهة سواحل الكويت من أخطار التلوث المائي، نتيجة إلقاء المقذوفات الصناعية من مادة النوشادر، والناجمة عن مصنع الأسمدة في منطقة الشعيبة في عام 1970م. وقد ثبت بعد الدراسة العلمية، أن المياه قد بلغت نسبة التلوث فيها نحو 55 جزء في المليون، علما بأن المعدل المسموح به هو نحو 10 أجزاء في المليون عالمياً.

وقد أصبح من المألوف أحياناً، وضع اللافتات التي تحذر من الصيد أو الاستحمام، على طول السواحل المواجهة للمدن الرئيسة في العالم؛ وبالتالي فقدت معظم الشواطئ أهميتها الاقتصادية والترويحية، نتيجة لهذا التلوث الخطير.

وقد تم انعقاد مؤتمر في مدينة برشلونة في عام 1976م، تحت عنوان إنقاذ البحر المتوسط من التلوث تحت إشراف الأمم المتحدة،على أنه لو استمر معدل التلوث الحالي لمياه هذا البحر، فإنه من المتوقع أن يصبح خلال أربعة أو خمسة عقود قادمة بحرا ميتاً.

وتطل على سواحله نحو 150 مدينة، يبلغ عدد سكانها نحو 100 مليون نسمة في ذلك التاريخ. وربما وصل هذا العدد إلى ما يزيد عن 250 مليون نسمة عام 2013م. ومن الملاحظ أن معظم هذه المدن، تلقي بمخلفاتها قبل أن تتم معالجتها معالجة كافية، لقتل السموم بها، والتي باتت تهدد حياة الملايين من الكائنات البحرية في مياه هذا البحر.



يبين مواقع المناطق الحياتية البحرية

شكل رقم (12): مواقع المناطق الحياتية البحرية، على أعماق مختلفة من البحار والمحيطات

التلوث الهوائي:

يعتبر الهواء من أرخص موارد البيئة، ولكنه من أثمنها في نفس الوقت. فهو سر الحياة الذي بدونه يستحيل وجودها. فبينما يستطيع الإنسان العيش بدون ماء لعدة أيام، و بدون غذاء لعدة أسابيع، فإنه لا يستطيع العيش بدون الهواء لدقائق معدودة!!. وفوق هذا وذاك، تأتي خطورة التلوث الهوائي، في أنه من الصعوبة بمكان، التحكم فيه أثناء عملية التنفس[1].

(1) lave, L. B and SeSkin, E.P. ; Air Pollution and Human Health, Science, 169, 1970, pp. 720-740 .

فبينما يستطيع الإنسان أن يتحكم في نوعية المياه التي يشربها والغذاء الذي يأكله، لكنه لا يستطيع اختيار الهواء الذي يتنفسه. فهو لا يستطيع أن يستنشق هذا ويترك ذاك.

ومن هنا كانت خطورة التلوث الهوائي:

وإذا كان التلوث الهوائي، قد بدأ مع معرفة الإنسان للنار منذ نحو 50 ألف سنة؛ إلا أن التلوث ظل محدودا، حتى عرف الإنسان سكنى المدن وقيام الصناعة فيها. إذ كثيرا ما يحس سكان المدن والمناطق الصناعية، بصفة جوهرية بتأثير التلوث الذي يدمع عيونهم، ويؤثر في رئاتهم التي يصيبها السعال، والكحة وأمراض الجهاز التنفسي.

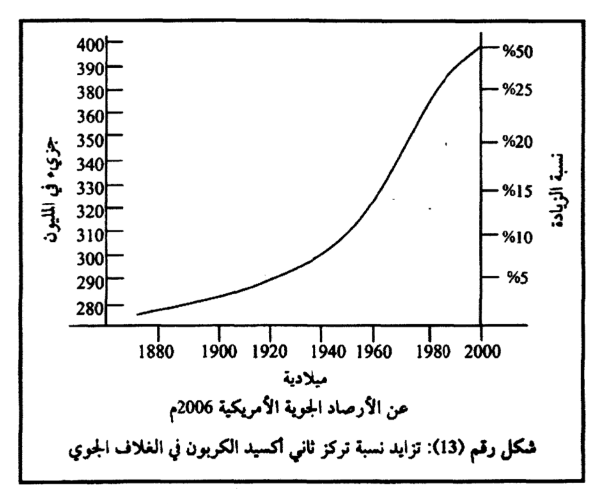
وفي الواقع لقد أخذت الملوثات الهوائية في التزايد المطرد. فقد يبلغ سمكها وحجمها في بعض المناطق قدرا كبيرا، حتى أنها تعمل كستارة مانعة دون وصول أشعة الشمس، بكامل قوتها إلى سطح الأرض. فمثلا تحجب الملوثات الهوائية نحو 25٪ من أشعة الشمس عن مدينة نيويورك، وترتفع النسبة إلى نحو 40٪ في مدينة شيكاغو[1].

ويرى علماء الأرصاد الجوية، أن التركيبة الطبيعية لطبقة التروبوسفير، قد بدأت تتأثر واختل توازنها بصورة أو بأخرى، كنتيجة لتزايد حجم الملوثات في الهواء. ويستدلون على ذلك من وجود الحجاب أو الستار الضبابي (Nebulous) وهو ما يسمى بالضبخية، والتي تشاهد اليوم من فوق المحيطات ومنطقة القطب الشمالي.

(1) WMO; (1996) Report of the Meeting of Experts on Atmospheric Urban Pollution and the Role of National Meteorological Services, (NMS) Geneva, 7-11 oct. 1996, WMO, Global Atmosphere Watch, No. 155, PP.30-51

ولكن ما هي الملوثات الهوائية ؟؟

تتمثل الملوثات في مجموعة الغازات التي تتصاعد في الغلاف الجوي، ممثلة في غاز أول أكسيد الكربون، وأول أكسيد الكبريت وثاني اكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين والكربوهيدرات وغيرها من الغازات الضارة. هذا بالإضافة إلى الجزيئات particles والتي يتراوح قطرها ما بين 0.01 إلى 100ميكرون. وهي قد تكون صلبة مثل ذرات الرمال والتربات الدقيقة، أو تكون سائلة مثل ذرات الماء الدقيقة.



عن الأرصاد الجوية الأمريكية 2006م

شكل رقم (13): تزايد نسبة تركز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي

ويعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت المهيج من أخطر الملوثات. إذ ينبعث نتيجة لاحتراق مصادر الطاقة الحفرية، التي تحتوي على نسبة كبيرة من مادة الكبريت مثل

الفحم والبترول، إلى جانب بعض المصادر الأخرى، وخاصة البراكين التي تعتبر من أكبر المصادر الطبيعية إطلاقا لهذا الغاز. وتشير الإحصائيات العالمية إلى أن ما يتقبله غلافنا الجوي من هذا الغاز، يتراوح ما بين 75–80 مليون طن سنوياً.

وتتفاعل كميات كبيرة منه مع بخار الماء، مكونة حامض الكبريتيك، ليبقى معلقا في الهواء، على هيئة رذاذ رقيق، حيث يتم امتصاصه مع ذرات السناج Soot، مسببا تهيجا في العين والقصبة الهوائية والرئتين. وكانت زيادة تركز هذا الغاز مسؤولة عن حالات الوفيات الكثيرة، التي حدثت أبان مأساة لندن عام 1952، وراح ضحيتها أكثر من 4 آلاف نسمة!!

أما ثاني أكسيد الكربون، فرغم أن كميته زادت في الطبيعة في القرن الـ 20م الماضي وحتى عام 2006م، كما هو موضح في الشكل (13)[1] بما نسبته 0.50٪؛ إلا أنه لا خطورة كبيرة من تزايده، لان دورته الطبيعية تكفل استمرار التخلص منه. فهناك جزء منه يعود إلى المسطحات المائية، مكونا البيكربونات التي يتكون فيها بعض كربونات الكالسيوم (الجير)، الذي يتراكم في قيعان البحار والمحيطات والبحيرات،كما تسهم بعض بكتيريا التربة في امتصاص الكربون. ولكن تكمن الخطورة في وجود أول أكسيد الكربون الذي يتمتع بقابلية كبيرة للاتحاد مع هيموجلوبين الدم، ويمنع الأكسجين من إتمام دورته، مما يؤدي إلى الاختناق فالموت. ويتصف هذا الغاز بأنه غاز سام للإنسان والأحياء الأخرى. وهو عديم اللون والطعم والرائحة. وهذه السمات تزيد من خطورته. إذ أن المتعرض له قد يغيب عن الوعي دون أن يحس بوجود الغاز لكي يتفاداه. وتتمثل خطورته في ميله الشديد للتفاعل، مع صبغة الهيموجلوبين في الدم و المسؤولة عن نقل الأكسجين من الرئتين إلى أنسجة الجسم، مما يؤدي إلى تحولها إلى مركب ثابت نسبيا هو

---

(1) شكل (13) يوضح زيادة درجة تركز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الغازي.

الاوكسي- هيموجلوبين. وبالتالي تتناقص كميات الأكسجين المجهزة للأنسجة الجسمية. وأول الأعضاء التي تتأثر بهذا الغاز السام هو الدماغ.

وقد بينت الدراسات العلمية أن ميل الهيموغلوبين، للاتحاد مع هذا الغاز السام، أكثر من ميله للاتحاد مع الأكسجين بنحو 204 مرات. ولذلك فإن الغاز الملوث هو المفضل حال وجوده في الهواء.

وقد حددت المنظمات الدولية أقصى تركيز، يمكن التعرض له من هذا الغاز السام هو في حدود 10 ملغرام/ متر مكعب ولمدة ساعة. ويعتبر الحد الخطر منه حينما يصل تركيزه لنحو 10 ملغرام/ م^3 ولمدة 24 ساعة.

أما تأثيره على النباتات، فتتمثل في تساقط الأوراق والشيخوخة المبكرة للنبات، ويمكن ملاحظة ذلك على النباتات النامية على جوانب الطرق، المزدحمة بالسيارات في بعض المدن الكبرى، خصوصا إذا كانت تلك المناطق تعاني من انخفاض سرعة الرياح فيها؛ مثل المنخفضات والوديان في المناطق الجبلية، مما ينجم عنه عدم تخفيف غازات عوادم السيارات.

أما الوقاية من هذا الغاز، فقد أشارت الدراسات والإحصائيات البيئية؛ الصادرة عن المنظمات البيئية والصحة العالمية، القائمة على شبكة واسعة من محطات الرصد والمراقبة، في العديد من العواصم الكبرى والمدن الصناعية؛ أن نسبة تركيز هذا الغاز آخذةً في التناقص المستمر في أغلب مناطق العالم منذ عام 1985م. فقد اتضح في اليابان، أن نسبته قد انخفضت بنحو 85٪ فيها خلال عقد الثمانينات من القرن العشرين الماضي، وذلك من خلال الإحصاءات المجمعة من شبكات المراقبة النوعية للهواء، والمنتشرة على طول الطرق السريعة فيها. إلا أن هذا الانخفاض الملموس في اليابان، لم يتجاوز نسبة ال 36٪ في الولايات المتحدة الأمريكية في نفس الفترة. ويعزى سبب هذا الانخفاض إلى العديد من الأسباب المتمثلة في تحسين كفاءة احتراق الوقود في مكائن الاحتراق الداخلي؛ وتزايد انتشار

واستخدام منظومات السيطرة على الملوثات الغازية، في المعامل والمصانع، وبعض وسائل النقل، بالإضافة إلى تزايد درجة الوعي البيئي، وتوجه الشركات الصناعية الكبرى نحو استخدام منظومات أكثر فاعلية لحماية البيئة، سواء أكان ذلك بقناعتهم بأهمية الحماية أم مجبرين عليها بسبب التشريعات البيئية.

أما غاز أكسيد النيتروجين، فهو من الغازات الخطيرة أيضاً، حيث يتفاعل مع قطرات بخار الماء والأمطار، ويتحول إلى حامض النيتريك السام، الذي يؤدي إلى تساقط أوراق الأشجار، وخاصة في المدن الكبرى. ومن أخطر أكاسيد غاز النيتروجين هو ثاني أكسيد النيتروجين (No_2)، فهو غاز سام، ويمكن للإنسان أن يدرك رائحته ابتداء من تركيز 12.0٪ من الغرام. إلا أن الأعراض السمية تبدأ بالظهور ابتداء من تركيز 5 غرامات فأكثر. وأولى هذه الأعراض هي التهاب الرئتين، وبدون علامات سابقة، يعقبها استسقاء للرئتين (Pulmonary Oedema) بعد عدة أيام. كما يعتبر تركيز 100 غرام قاتلا للإنسان خلال عدة دقاق فقط.

وتتمثل مصادره في مكائن الاحتراق الداخلي للآلات، كوسائل النقل بالإضافة إلى محطات توليد الكهرباء؛ وبعض الصناعات التي تحرق الوقود بدرجات حرارية عالية.

كما تنبعث كميات منه من حرق الوقود في المنازل، بالإضافة إلى معامل صناعة الأسمدة النيتروجينية وعوادم السيارات في المدن العملاقة.

أما الهيدروكربونات، فهي عبارة عن مركبات كيماوية غير كاملة الاحتراق. وتتولد أثناء عملية الإحتراق الداخلي. وهي عنصر هام في تكوين الضبخان الكيماوي. وتنبعث الهيدرو كربونات النفطية إلى الهواء، من كلا نوعي مصادر التلوث الهوائي الاحتراقية وغير الاحتراقية على حد سواء. حيث تتطاير من خزانات الوقود والمستودعات النفطية، ومواقع استخراج البترول، أو المصافي البترولية، كميات هائلة الحجم سنوياً. وتقدر كمية الهيدروكربونات النفطية المنبعثة

من عمليات الاحتراق، غير التام للوقود في جميع أنحاء العالم بنحو 120 مليون طن متري سنوياً، منها 30 مليون طن متري تنبعث من الولايات المتحدة الأمريكية لوحدها.

بالإضافة إلى ذرات الرصاص، التي تنفثها بغزارة عوادم السيارات، خاصة بعد أن تم إدخال مركبات الرصاص خلال الفترة بين عامي 1940-1980 بنحو 300٪؛ ولكن لا تزال الكمية صغيرة. وقد ثبت أن جسم الإنسان العادي الذي يعيش بعيدا عن المدينة، يضم نحو 2 ملغرام من الرصاص في عظامه. بينما يحتوي عظام الإنسان الذي يسكن في مدينة كبرى، ما بين 50-100 مرة لهذه الكمية.

وهي ثلث الكمية تقريباً، اللازمة ليصاب الإنسان بالتسمم الرصاصي والذي يؤدي إلى الموت.

ويوضح الجدول التالي تأثير حجم الملوثات، ومصادرها في الولايات المتحدة عام 1988 م بملايين الأطنان.

يوضح حجم الملوثات ومصادرها في الولايات المتحدة عام 1988 (بملايين الأطنان)

جدول رقم (5)

الرقم	المصدر	ثاني أكسيد الكربون	ثاني أكسيد الكبريت	هيدروكربونات	اكاسيد النيتروجين	الجسيمات الدقيقة	المجموع بملايين الأطنان
-1	السيارات	63.8	0.8	16.6	8.1	1.2	90.5 مليون طن
-2	التدفئة	1.9	24.4	0.7	10.0	8.9	45.9 مليون طن
-3	الصناعة	9.7	7.3	4.6	0.2	7.5	29.3 مليون طن
-4	حرق القمامة	8.7	0.1	1.6	0.6	1.1	11.2 مليون طن
-5	مصادر أخرى	16.9	0.6	8.5	1.7	9.6	37.3 مليون طن
	المجموع	100	33.2	32.0	20.6	28.3	214.2 مليون طن

يتضح من الجدول أن ثاني أكسيد الكربون يمثل المرتبة الأولى، ثم يليه ثاني أكسيد الكبريت يحتل المرتبة الثانية، تليه الهيدرو كربونات ثم الجسيمات الدقيقة. أما

من حيث المصادر فنجد السيارات تحتل المرتبة الأولى في انبعاث ثاني أكسيد الكربون وتليها وسائل التدفئة في انبعاث ثاني أكسيد الكبريت، ثم الصناعة فاحتراق القمامة ومصادر أخرى.

الجسيمات العالقة في الهواء:

وتشمل هذه الجسيمات دقائق ترابية ورملية متطايرة، كغبار من الصحاري والأراضي الجرداء أو دقائق ناجمة عن النشاط البشري، مثل دقائق الكربون (السناج Soot) والدقائق المتطايرة عن طحن الحبوب، أو تكسير الصخور كإنتاج الأسمنت وحجر البناء والرخام والبلاط والآجر، ورش المبيدات في الحقول خصوصاً بالطائرات، وتعبيد الطرق، وهدم المباني القديمة وأعمال الإنشاءات الأخرى. وتختلف هذه الجسيمات عن الغازات السمية السابقة، من حيث أشكالها وتركيبها الكيماوي ومضارها، فضلا عن اعتماد حركتها وبقائها في الهواء. بالإضافة إلى إمكانية دخولها إلى الرئتين بناء على قطرها الدقيق، الذي لا يرى بالعين المجردة، مما يؤدي لتحجر الرئة[1].

ويعبر عن نسبة تركيز هذه الجسيمات، بوحدات وزنية مثل الميكروغرام لكل متر مكعب من الهواء. وقد أشارت الدراسات الميدانية أن معدل هذه الجسيمات في هواء المدن الأمريكية، قد تتراوح ما بين 38–185 ملغرام/ متر مكعب وذلك في نحو 60 مدينة حضرية فيها.

---

(1) Perera, F.P and Ahmad, A.K. ; (1997) Respirable Particles, Impact, Impact of Airborne Fine .Particulates on Health and Environment, Ballinger Pub. Co. Cambridge, pp. 18 - 51.

الفصل السابع

مظاهر وأخطار التلوث الهوائي على المناخ والضوضاء

الفصل السابع

مظاهر وأخطار التلوث الهوائي على المناخ والضوضاء

1. التلوث الهوائي والمناخ.
2. التلوث الهوائي والضوضاء.

الفصل السابع

مظاهر وأخطار التلوث الهوائي

ويعالج ما يلي:

1. التلوث الهوائي والمناخ.
2. التلوث الهوائي والضوضاء

التلوث الهوائي والمناخ:

هناك عدة آراء متباينة حول تأثير التلوث الهوائي على الظواهر المناخية. فمن العلماء من يؤكد على أن العالم قد بدأ، يشهد تحولاً في الظروف المناخية نحو ارتفاع درجة الحرارة (الاحتباس الحراري) في سطح الأرض، وتآكل طبقة الأوزون، ومنهم من يرى عكس ذلك؛ وهو انخفاض درجة الحرارة لسطح الأرض، وأن العالم سوف يشهد عصراً جليدياً جديداً؛ قد يبدأ منذ العقد الأخير من القرن العشرين الماضي!.

الاحتباس الحراري:

يعتبر الغلاف الغازي حول الكرة الأرضية، هو نطاق واحد ومشترك. ولا توجد فيه حدود أو موانع طبيعية، أمام حركة الرياح حول الكرة الأرضية، سواء شمال خط الاستواء أو جنوبه. وهنا تقع قمة المشكلات في هذا الغلاف الغازي. فمع استمرار انطلاق الملوثات الهوائية، مثل بعض المواد الكيماوية والإشعاعية، فإنها تتحرك من مكان لآخر، في كافة أنحاء الكرة الأرضية. كما أنها ترتفع إلى طبقات متباينة في الارتفاع، خلال الغلاف الجوي محدثة أضراراً بيئية مختلفة.

فمن هذه المشكلات البيئية الهوائية هناك مشكلتان رئيستان هما:

أ. مشكلة الاحتباس الحراري، والتي تتعلق بتراكم غاز ثاني أكسيد الكربون، وغازات أخرى في الغلاف الغازي، الأمر الذي يؤدي لمنع انتشار حرارة الكرة الأرضية إلى الفضاء الخارجي.

ب. وهناك مشكلة تآكل طبقة الأوزون، والناجمة عن تناقص تركيز غاز الأوزون في الغلاف الجوي، بسبب وصول ملوثات كيماوية إليه مثل مركبات الكلوروفلوروكاربون[1].

أ. الاحتباس الحراري:

لقد ظهرت هذه المشكلة البيئية في العقد الأخير، من القرن العشرين الماضي بشكل محسوس، تحت مسميات عدة، منها ظاهرة البيوت الزجاجية (Green House Effect) أو ظاهرة التغير المناخي في العالم (Global Climate Change) أو ظاهرة الاحتباس الحراري. أو قد تسمى بمشكلة الدفيئات، على اعتبار أن كلمة الدفيئة هي تعريب لكلمة البيت الزجاجي أو سخونة الأرض Earth Warming.

وأياً كانت التسمية لهذه المشكلة الهوائية، فقد نجمت نتيجة لزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الغلاف الغازي. ومن خصائص هذا الغاز أنه غاز غير سام للكائنات الحية. وتبلغ نسبته في الهواء الجاف وغير الجاف بنحو 0.032٪ خاصة في المناطق البعيدة عن الأنشطة البشرية.

ويعتقد العلماء أن تركيز هذا الغاز، هو في زيادة مطردة وبنسب ضئيلة للغاية بالطبع. وتعتبر هذه الزيادة لا تأثير صحي لها على الإنسان أو الأحياء الأخرى.

(1) Lynn, O.A. ;OP.CIT.

لقد برهنت التجارب العلمية، على أن زيادة نسبته في الغلاف الجوي، سوف تزيد من عمليات الإنتاج الزراعي في الغلاف الحيوي.

أما خطورته المتوقعة من وراء هذه الزيادة، فتكمن في أن وجوده في الهواء سوف يؤدي إلى الاقلال من انتشار الحرارة من سطح الكرة الأرضية إلى الفضاء الخارجي. وهذا سوف يؤدي مستقبلاً إلى ارتفاع معدلات درجات الحرارة على سطح الأرض.

إن احتراق أي مواد عضوية سوف ينطلق منها عنصر الكربون، على شكل غاز ثاني أكسيد الكربون و أول أكسيد الكربون. وقد كانت عمليات الاحتراق على سطح الكرة الأرضية ولمئات الملايين من السنين، قليلة للغاية. بحيث لا تتجاوز عمليات الاحتراق الطبيعي للغابات، نتيجة الصواعق أو انفجار البراكين أو ما شابه ذلك من العوامل الطبيعية. وحتى بعد أن عرف الإنسان النار، فإن أعداد البشر وطريقة استهلاك أو حرق الوقود، لم تكن تؤثر على كميات، أو تراكيز هذا الغاز في الغلاف الجوي. أما المجتمع البشري في أواخر القرن العشرين الماضي، ومع وصوله لنحو 6 مليارات نسمة، وانتشار قلاعة الصناعية الضخمة في كل مكان، من أنحاء المعمورة وما أنتجه من وسائل النقل البري والبحري والجوي، والسكك الحديدية بأعداد هائلة، فقد حمّل البيئة أعباءاً هي فوق طاقتها. فبدأت بوادر التلوث الهوائي تظهر عليها بوضوح بلغت أعداد المركبات الآليه في العالم نحو 1.3 مليار مركبه عام 2013م.

ومن الجدير بالذكر، أن الخطورة لا تقتصر على تزايد نسبة هذا الغاز في الغلاف الجوي، إذ أن هناك غازات أخرى لها نفس الفعالية، بل وأكثر من هذا الغاز أيضاً، ومنها غازات الميثان و أكسيد النيتروز وبخار الماء ومركبات الكلوروفلوروكاربون. كما يتضح من الجدول التالي، الذي يوضح المواد المسببة

للاحتباس الحراري، وقدرة كل منها على ذلك بوحدات تقديريه، بالنسبة إلى غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي اعتبرت قدرته على ذلك تساوي واحد صحيح[1].

ويوضح الجدول التالي المواد والغازات المسببة للاحتباس الحراري، وتركيبها الكيماوي، مع القدرة النسبية لكل منها على ذلك مقاسه نسبتة إلى قدرة غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تساوي قدرته واحد صحيح:

جدول رقم (6) يوضح الموارد والغازات المسببه للإحتباس الحراري وتركيبها الكيماوي.

المادة أو الغاز	التركيب الكيماوي	القدرة النسبية للحبس الحراري
ثاني أكسيد الكربون	CO_2	1
غاز الميثان	CH_4	3
أوكسيد النتروز	N_2O	310
الكلوروفلوروكاربون F22	$CHClF_2$	2000
الكلوروفلوروكاربون F11	$CFCL._3$	8600
الكلوروفلوروكاربون F12	CF_2Cl_2	18000

ويظهر من هذا الجدول، أنه إذا كانت قدرة ثاني أكسيد الكربون، في إحداث هذه الظاهرة المناخية (الاحتباس الحراري) واحد صحيح، فإننا نجد غاز الكلوروفلوروكاربون F12 تصل إلى نحو 18000 مرة، تليه غاز الكلوروفلوروكاربون F11 حيث تصل إلى نحو 8600 مرة، ثم غاز الكلوروفلوروكاربون F22 حيث تصل إلى نحو 2000 مرة، عما يسببه غاز ثاني أكسيد الكربون. ويبقى أخيراً غاز أكسيد النيتروز بما نسبته 310 مرات وغاز الميثان 3 مرات.

(1) Holum, J., (1985) Topics And Terms In Environmental Problems. A Wiley-Inter Science Publicion, John Wiley Sons

وبالرغم من تأثير هذه الغازات الخطيرة جداً؛ على إحداث هذه المعضلة المناخية، إلا أنها لا تذكر دائما كمسبّب رئيس لهذه المشكلة. ويعزى ذلك إلى عدة أسباب منها، انخفاض نسبة تركيزها في الغلاف الغازي، وقلة مصادرها في الانطلاق من سطح الأرض، مقارنة مع مصادر غاز ثاني أكسيد الكربون، والمتمثلة في عوادم وسائل النقل، والمصانع الثقيلة واحتراق الغابات؛ وانفجار البراكين وإطلاق هذا الغاز؛ أثناء عملية التمثيل الضوئي للنباتات، وتحلل المواد العضوية وغيرها[1].

ولكن كيف يحدث الإنحباس الحراري في جو الأرض؟

لكي نستطيع التعرف على كيفية حدوث هذه الظاهرة المناخية، علينا فهم طبيعة الإشعاع الشمسي من حيث علاقته بالحرارة. فالطاقة الشمسية هي عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية، تتكون من العديد من الأطوال الموجية. فمنها ما هو محصور في مدىٍ ضيق جداً، كالأشعة التي تستطيع العين البشرية رؤيتها، والتي تعرف بالأشعة المرئية (Visible Light). وهو ببساطة الضوء الذي نراه والمتألف من ألوان الطيف المعروفة، والمحصورة ما بين الأطوال الموجية 400 إلى 780 نانومتر(Nanometre)[2]. أما الموجات الأقصر من ذلك فتعرف بالأشعة الفوق بنفسجية (Ultra-Violet Light). ولها ثلاث مناطق فرعية تعرف بالأحرف أ، ب، ج. وما دونها هي أشعة إكس وأشعة غاما. أما الأطوال الأكبر من 780 نانوميترNanometre، فتعرف بالأشعة تحت الحمراء (Infra Red Radiation). وهي الأشعة الحرارية التي تعقبها الموجات الميكروية (Microwaves) ثم الأمواج

---

(1) Cook, E., Ionizing Radiation In Environment, Resources Pollution And Society, 2nd W.W Murdoch (Edt)1975.

(2) نانوميتر يعادل 1/ 1000 من الميكرون.

الراديوية. وتمثل الأشعة المرئية جزءاً من الإشعاع الشمسي حيث تغطي نحو 45٪ منه. من مجموع الأطوال الموجية للإشعاع الكهرومغناطيسي. ومن أهم سماتها أن لها القدرة على اختراق طبقات الغلاف الغازي دون مقاومة تذكر. كما أنها تستطيع بنفس الطريقة، اختراق زجاج النوافذ والوصول إلى الداخل، وذلك بعكس الأشعة تحت الحمراء؛ والتي ليس لها القدرة على ذلك الاختراق.

ومن الحقائق المعروفة أيضاً أن الأشعة المرئية عند اصطدام موجاتها بأي حاجز؛ يؤدي إلى تحولها إلى حرارة. وبهذه الطريقة فإن الأشعة المرئية في ضوء الشمس، والداخلة إلى جو الأرض (وكذلك الأشعة المرئية الداخلة إلى البيوت الزجاجية أو نوافذ المنزل أو السيارة) فإنها تتحول إلى حرارة بعد اصطدامها بالموجودات، فتبقى حبيسة في الداخل.

وبهذه الطريقة يعمل غاز ثاني اكسيد الكربون، والغازات الأخرى من الكلوروفلورو كاربون المتعددة الأشكال، وأكسيد النيتروز والميثان القادرة على الحبس الحراري في الغلاف الجوي للأرض، إذ كلما زادت نسبة تركيزها في الغلاف الجوي، كلما أدى ذلك إلى زيادة كمية الحرارة المحتبسة في جو الأرض!!.

ولكن ما هو الغلاف الهوائي؟ أوبمعنى آخر ممّ يتكون هذا الغلاف الغازي؟

فعند الحديث عن هذا الغلاف، إنما تعني به ذلك الجزء الملاصق لسطح الأرض، والذي حينما يكون جافاً وغير ملوث، فإنه يتكون من عدة غازات من أهمها من حيث ارتفاع النسبة هو غاز النيتروجين، والذي يغطي ما نسبته 78٪ من إجمالي الهواء الأقرب لسطح الأرض، يليه غاز الأكسجين بما نسبته 20.94٪ ثم غاز النيون Ne بما نسبته 000018.٪ وغاز الهيليوم He بنحو 0.000052 وغاز الميثان CH_4 بنحو 0.00001 وأكسيد البيتروز N_2O بنحو 0.000025 وغاز الهيدروجين H_2 بنحو 0.00005 وغاز الكربتون Kr 0.000001 وأول أكسيد الكربون CO 0.000001 وغاز الأوزون O_3 بنحو 0.00000002 وغاز ثاني أكسيد الكبريت

SO_2 بنحو 0.001 جزء في المليون وثاني اكسيد النيتروجين NO_2 بنحو 0.001 جزء في المليون.

ويقسم الغلاف الجوي الحيوي إلى أربع طبقات رئيسة وهي كما يلي:

1. طبقة التروبوسفير (Troposphere).
2. طبقة الاستراتوسفير (Stratosphere).
3. طبقة الميزوسفير (Mesosphere).
4. طبقة الأيونوسفير (Ionosphere).

1. طبقة التروبوسفير: تمثل هذه الطبقة الميدان الذي تجري فيه جميع الظواهر الجوية والمناخية. وهي الطبقة التي تهم الباحثين دائماً عند دراسة الجو والمناخ. فتشكل السحب والأمطار والعواصف والأعاصير، والتيارات الهوائية الصاعدة والهابطة حيث تتم جميعها فيها.

ويلاحظ في هذه الطبقة أن درجة الحرارة تتناقص، كلما زاد الارتفاع بمعدل درجة مئوية واحدة لكل 150 متراً تقريباً. كما تتصف بأنها عظيمة الثقل جداً، بسبب ضغط الطبقات الواقعة فوقها، إذ يقدر وزنها لوحدها بنحو 4/ 5 وزن الغلاف الجوي كله. وقد أطلق العرب القدماء عليها تسمية، "طبقة النسيم"؛ والتي يتراوح سمكها ما بين 8-12كم.

2. طبقة الاستراتوسفير: وتقع هذه الطبقة فوق طبقة التروبوسفير. ويتميز هواء هذه الطبقة، بأنه لا يتعرض إلا لتغيرات بسيطة في درجة حرارته. ويمكن أن يشبه هواؤها بالهواء الشتوي في المناطق القطبية إلى حد كبير. وقد اتضح من الدراسات العلمية للغلاف الجوي حديثاً؛ أنها تبدو أعظم سمكاً عند المناطق القطبية؛ بأكثر من 55 كيلو متراً. حيث يتراوح سمكها بوجه عام ما بين 55 إلى 78 كم. ومن أهم خصائصها أنها لا تتأثر بالإشعاع الأرضي. حيث تحتوي على

كمية قليلة جداً من الرطوبة، والغبار الناجم عن الانفجارات البركانية. وبينما يزداد سمكها عند المناطق القطبية، تختفي معالمها تماماً فوق المناطق الاستوائية. وعند الأطراف العليا لطبقة الاستراتوسفير، يتجمع غاز الأوزون O_3 أو الأكسجين الذري، وعلى ارتفاع يتراوح ما بين 15 إلى 55 كم. وتتميز هذه الطبقة (الاوزون) بقدرتها على امتصاص الأشعة الشمسية، وبخاصة الأشعة الفوق بنفسجية، والتي إذا ما وصلت جميعها إلى سطح الأرض، فإنها تؤدي إلى هلاك الحياة عليها.

ونادرا ما تتكون السحب عند هذه الارتفاعات العالية. ويطلق العلماء على نهاياتها العليا اسم طبقة الاستراتوبوز، بينما سماها العلماء العرب "طبقة الزمهرير" (Strato Pouse).

3. طبقة الميزوسفير: وتقع هذه الطبقة الهوائية فيما وراء الأطراف العليا لطبقة الاستراتوبوز. كما ترتفع درجة حرارة الهواء في القسم الأسفل منها، ثم سرعان ما تنخفض درجة الحرارة تدريجياً مع الارتفاع إلى أعلى، لتصل لنحو-95 درجة حرارة مئوية تحت الصفر، حتى النهايات العليا لطبقة الميزوسفير، والمعروفة باسم طبقة الميزوبوز (Mespouse).

وتبعد هذه الطبقة الأخيرة عن سطح الأرض، بارتفاع يصل إلى نحو 80 كم عن سطح الأرض. ويرجع الفضل لهذه الطبقة الهوائية في حدوث عمليات احتراق بقايا الشهب والنيازك، الساقطة من الفضاء الخارجي، والمتجهة إلى سطح الأرض. ونتيجة لاحتراق بقايا الشهب هنا، ترتفع درجة حرارة الهواء في القسم الأسفل من الميزوسفير.

4. طبقة الايونوسفير (الطبقة الحرارية) (ThermoSphere): وتقع هذه الطبقة فوق سطح الميزوسفير. وتزداد فيها درجة الحرارة حتى ارتفاع 400 كم، إذا ما كانت الشمس هادئة. ويمكن أن تمتد إلى ارتفاع 500كم إذا ما كانت الشمس نشطة.

ويتغير تركيب الغلاف الجوي داخل هذه الطبقة، حيث تنقسم جزيئات الغازات إلى ذراتها بفعل الأشعة الفوق البنفسجية، والأشعة القادمة من الشمس؛ وتقل بالتالي قابلية الاختلاط بين الغازات. إن عملية التأين، مهمة في هذه الطبقة، حيث تبقى كل من الإلكترونات والأيونات طليقة لفترة زمنية كافية؛ بينما تكون عملية التأين (أي انفصال وانطلاق الإلكترونات عن المدار الخارجي للذرة) أقل دواماً في طبقة الميزوسفير.

وعلى الرغم من أن سمك الطبقة الحرارية هذه، قد يزيد عن 300 ميل (د. حسن أبو العينين: ص74)، إلا أنها تتألف من غازات خفيفة الوزن جداً، وخاصة غاز النيون والهليوم. ولهذا، تتميز هذه الطبقة بعظم تخلخل الضغط الهوائي فيها، إلى حد يكاد يقترب من الفراغ؛ وبالتالي فإن هواءها يكاد يكون معظمه في حالة تأين. أي أن ذرات الهواء[1] تتحلل إلى مركباتها الكهربائية (البروتونات والنيوترونات والإلكترونات).

وتنعكس الموجات اللاسلكية (الكهرومغناطيسية) وترتد إلى سطح الأرض، إذا ما اصطدمت هذه الموجات في الطبقات الهوائية من الطبقة الحرارية (الثيرموسفير)، والتي يزداد فيها درجة تركيز الإلكترونات[2].

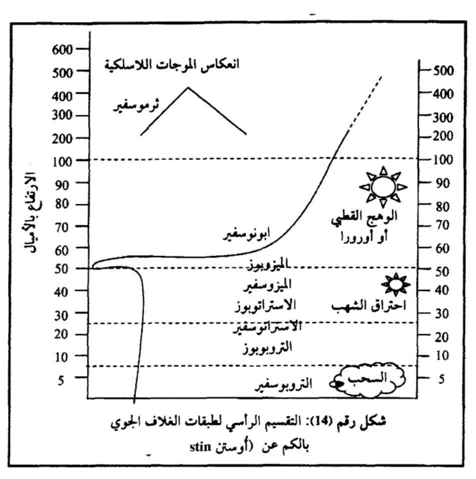
ويطلق على القسم الأسفل من الطبقة الحرارية اسم طبقة الايونوسفير والتي تتميز بوجه عام، بارتفاع درجة حرارتها إلى أكثر من 1000 درجة مئوية. وأحياناً

(1) Barry. A. G. and Chorely, R. J. P. Atmosphere; Weather and Climate, Methuen and Co. 1971, PP. 60- 81;

(2) د. فهمي أبو العطا: الطقس والمناخ، الإسكندرية، 1970، ص88-101م.

يطلق عليه طبقة الأثير، والذي يقدر العلماء سمكة بنحو 350كم. كما تبعد أطرافها السفلى (طبقة الأيونوسفير) عن سطح الأرض بنحو 75كم. في حين تبتعد أطرافها العليا عن سطح الأرض بنحو375كم (د. حسن أبو العينين: ص75). وقد استطاع العلماء، تحديد أبعاد هذه الطبقة الهوائية بفضل تركز الجزيئات الأيونية فيها (Ionized Particles)، وأثرها على انعكاس الموجات اللاسلكية الكهرومغناطيسية.

وينجم عن الألكترونات التي تصاحب سقوط الأشعة الشمسية في طبقة الأيونوسفير، حدوث ما يعرف بالوهج القطبي (Aurora Borealis) في نصف الكرة الشمالي من الكرة الأرضية. وباسم الوهج القطبي الجنوبي أو الأسترالي (Aurora Australis) في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية. ويعزى سبب هذه الأضواء إلى حدوث اضطرا بات كهربائية في طبقة الأيونوسفير، ينجم عنها تكوين تيارات ضوئية تشع على شكل مروحي. فوق منطقتي القطبين المغناطيسيين الجنوبي والشمالي. ويمكن رصدها من مسافات بعيدة. وتتأثر هذه العمليات بالحقول المغناطيسية للكرة الأرضية. كما يعظم حدوث الوهج القطبي في طبقة الأيونوسفير، خلال فترات زيادة نشاط البقع الشمسية (Sun Spot Activity).



شكل رقم (14): التقسيم الرأسي لطبقات الغلاف الجوي
بالكم عن (أوستن stin

ومن الجدير بالذكر، أن حدوث ظاهرة الوهج القطبي في هذه الطبقة المتأينة، ليس لها تأثير على الظروف المتيورولوجية في طبقة التروبوسفير، التي تشكل طقس سطح الأرض، والتي تتركز كل دراساتنا لعناصر المناخ بالتغيرات التي تحدث فيها. كظاهرة الدفيئة أو الاحتباس الحراري[1].

ب. تآكل طبقة الأوزون:

تشكل هذه الطبقة نحو 0.02 جزء في المليون من غلافنا الغازي. وتؤدي لنا وظيفة الحماية من الأشعة الفوق بنفسجية، المدمرة للغلاف الحيوي، كغطاء واقٍ في الغلاف الجوي. ويعتبر غاز الأوزون من الغازات النادرة، حيث لا تتجاوز كتلته

(1) شكل (14).

الكلية عن 200 مليون طن في كل الغلاف الجوي. وقد تمت معرفته من قبل الباحثين منذ أكثر من 200 عام تقريباً.

وقد أشارت الدراسات العلمية المتاحة حالياً؛ إلى أن تناقص غاز الأوزون، سوف يؤدي إلى شفافية هذا الغلاف الجوي، بفعل الأشعة الفوق بنفسجية في طولها الموجي رقم "ب" القادمة من الشمس، مما يترتب عليه نتائج سلبية على الكائنات الحية، سواء النباتات أو الإنسان والحيوان معاً.

ونظراً للخصائص التفاعلية الشديدة لهذا الغاز، فقد لوحظ ميله الشديد إلى التفاعل مع الملوثات البيئية، مثل أكاسيد النيتروجين والمركبات الكلورية العضوية مثل مبيدات ال دي. دي. تي والالدرين والكلوردين والدلدرين Delderin وغيرها، ومركبات الفنيل الكلورية، بالإضافة إلى مركبات الكلوروفلوروكاربون المعروفة تجارياً باسم غاز الفريون. وتتحلل هذه المركبات في الهواء تحت تأثير ضوء الشمس، لإعطاءِ غاز الكلور الذي يعمل على تحويل غاز الأوزون إلى أكسجين وفق المعادلات التالية:

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

$$NO_2 + [O] \longrightarrow NO + O_2$$

$$2O_3 \longrightarrow 3O_2$$

$$CL + O_3 \longrightarrow CLO + O_2$$

$$CLO + [O] \longrightarrow CL + O_2$$

$$CLO + NO_2 \longrightarrow CL + NO_3$$

وتوضح هذه المعادلات تفاعلات غاز الأوزون، مع الملوثات البيئية وتحوله

إلى غاز الأكسجين[1]. ويظهر تناقص غاز الأوزون أوضح ما يكون فوق مناطق القطبين. حيث تكون طبقة الأوزون في أقصى سمك لها، بينما تصل لأدنى سمك فوق خط الاستواء. ويعزى سبب تركز تآكل هذا الغاز فوق القطبين للأسباب التالية وهي:

1. إن مسار الأشعة الشمسية يصل إلى أقصاه فوق مناطق القطبين. وبذلك تصبح التفاعلات الكيماوية الضوئية، التي تقوم بتحطيم هذا الغاز الواقي في أقصى معدلاتها في تلك المنطقتين.

2. وهناك أسباب مناخية تعزى للدورة الهوائية؛ التي تقوم بنقل الملوثات من مناطق في الكرة الأرضية في حركة دوامية، لتوصلها فوق مناطق القطبين؛ لاستقبالهما الهواء البارد الهابط من مناطق الضغط المنخفضة والطاردة لتلك الملوثات[2]. وقد أشار الباحث شيروود (Sherwood، R) إلى تناقص هذا الغاز بسبب انطلاق مركبات الكلورفلوروكاربون إلى الغلاف الجوي، الأمر الذي سوف يؤدي إلى زيادة في كمية الأشعة الفوق بنفسجية (في الجزء "ب" منها)، يعقبة زيادة تعرض البشر، وخصوصاً ذوي البشرة البيضاء إليها، مما يرفع نسبة الإصابة بسرطان الجلد في مثل تلك المجتمعات. ومن الجدير بالذكر الإشارة بهذا الصدد، إلى أن الدول التي يهددها هذا الخطر هي الدول القريبة من قطبي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي، لعدة أسباب منها، أن التناقص في غاز الأوزون، يتركز في تلك المناطق، وبالتالي فان زيادة دخول الأشعة الفوق بنفسجية سوف يتركز عليها. وأن سكانها من ذوي البشرة البيضاء الذين سيتضررون بسبب حساسية

---

(1) د. مثنى العمر:التلوث البيئي، عمان، 2000م، ص105-ص116.

(2) Goodman,G.T., (1974) How Do Chemical Substances Affect The Environment,Pro.Roy.Soc.London,B185:PP.130-139.

بشرتهم، لا سيما أثناء ممارستهم للسباحة والاستحمام على السواحل البحرية، بعكس البشرة الملونة والحاوية على صبغة الملانين، حيث يتعذر على أشعة الشمس المميتة، الدخول إلى داخل الأنسجة وإصابه الخلايا بنفس الشدة في الجلد الخالي من تلك الصبغة.

ولكن ما هي مركبات الكلورو فلوروكاربون؟

تتكون هذه المركبات كما هو واضح من اسمها، من عناصر الكلور والفلور والكاربون. وهي سوائل عديمة الرائحة غير سامة، ولا تميل إلى التفاعل الكيماوي، وليست لها القابلية على الاشتعال. وقد شجعت تلك السمات المثالية على إدخال استعمالها في العديد من المجالات الصناعية، بدلاً من غازي الأمونيا وثاني أكسيد الكبريت، اللّذين كانا يستخدمان في منظومات التبريد آنذاك. وبسبب الكثير من المشكلات الفنية الناجمة عنهما منها مثل تآكل الأنابيب، وكثرة احتمالات التسرب، بالإضافة إلى سميتهما العالية فقد استعيض عنهما بهذه الغازات غير السامة.

وبالفعل فقد أثبتت الدراسات العلمية لهذه المركّبات الكلوروفلوروكاربون كفاءة عالية، وحققت نجاحاً كبيراً في مجال صناعة الثلاجات ومكيفات الهواء. وتزايد إنتاجها السنوي، حتى بلغ وفق تقديرات منظمة الصحة العالمية لعام 1991م نحو مليون طن بالسنة. وتقدر الكمية المنتجة منذ عام 1931 وهي بداية الإنتاج الصناعي لهذه المركبات، ولغاية عام 1985م، بما يقرب من 5.13 مليون طن. ويعتقد أن هذه الكمية لا بد وأنها قد تسربت إلى الغلاف الجوي، بعد عطب أو تلف منظومات التبريد، التي كانت تحويها أو بعد استخدامها في إنتاج الإسفنج، كسوائل في دفع العبوات أو غير ذلك من الاستخدامات. وهناك عدة أنواع من هذه المركبات، إلا أن أشهرها هو مركب كلوروميثان "HCF_2CL_2" المعروف بالرمز F11، ومركب ثلاثي كلوروميثان $CFCL_3$ والمعروف بالرمز F12. وقد تزايد إنتاج كلا المركبين زيادة ملحوظة، خلال الفترة المحصورة بين عقد الخمسينات ولغاية عقد

السبعينات، حيث وصل الإنتاج لهما لأقصى حديهما عام 1974م، وتصنع هذه المركبات في نحو 16 دولة، وتصدر إلى جميع أنحاء العالم، لكي تستخدم في المجالات الصناعية والحياتية التالية وهي:

1. سوائل تبريد في الثلاجات ومكيفات الهواء. وتعرف باسم غاز الفريون (Frion). ولا يتجاوز نسبة هذا الاستخدام عن 8٪ من إجمالي الاستخدام لهذا الغاز.
2. سوائل دفع في رش المستحضرات الصيدلانية، والعطور ومستحضرات التجميل والمبيدات، ويمثل ما نسبته 62٪ من إجمالي استخدامه.
3. سوائل لإحداث الرغوة في منصهر المطاط اثناء صناعة الإسفنج. ويغطي ما نسبته 18٪ من إجمالي الاستخدام الصناعي لهذا الغاز[1].
4. منظفات في الصناعات الإلكترونية، إذ ترش على الأجزاء الكهربائية قبل عملية اللحام، لتنظيفها أو سوائل لتنظيف وتعقيم الأدوات الجراحية. وتغطي هذه الاستخدامات نحو 12٪ من إجمالي الاستخدام.

الجهود الدولية لحماية طبقة الأوزون:

قام أحد الباحثين في جامعة كاليفورنيا عام 1974، بدراسة حول تناقص غاز الأوزون، ومراقبة طبقة الأوزون، مما أدى لتخصيص توابع فضائية (Environmental satellite) لتحقيق هذا الغرض. وتبنت الموضوع منظمة برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP اليونيب). وتمكنت تحت مظلة الأمم المتحدة من عقد لقاء دولي، في مدينة فينّا النمساوية، لدراسة هذه المعضلة البيئية. وكان ذلك عام

(1) UNEP,(1991)Environmental Effect of Ozone Depletion 1991 Update. Panel Report pursuant to Article 6 of the Montreal Protocol on Substances that deplete the Ozone layer,UNEP,Nairobi,Kenya.

1985 حين صدرت الاتفاقية الدولية المعروفة باسم: (اتفاقية فينا لحماية طبقة الأوزون). إلا أن الإعلان عن برمجة العمل الهادف لحماية طبقة الأوزون، لم يتم بصورة فعلية إلا عام 1987م، حينما انعقد مؤتمر مدينة منتريال الكندية. ووقعت عليه 48 دولة على برنامج العمل، من بينها بعض الأقطار العربية، مثل الجزائر واليمن الجنوبي آنذاك ومصر والمغرب فقط.

وكانت أهم النقاط الواردة في بروتوكول منتريال هي:

1. أنْ تضمن كل دولة موقّعة على هذا البروتوكول ولمدة سنة بعد التوقيع، ألاّ يزيد استهلاكها من المواد الخاضعة للرقابة عن استهلاكها لعام 1986؛ إذا كانت مستهلكة، وألا يزيد إنتاجها في السنوات ما بعد التوقيع عن معدل إنتاجها في عام 1986؛ إذا كانت من الدول المنتجة إلا بمقدار 10٪ فقط لسد حاجة السوق.
2. أن يكون الاستهلاك للفترة من 1/ 7/ 1993 وحتى 30/ 6/ 1994 مختزلاً بمقدار 80٪ سنويا عن مستوى الاستهلاك لعام 1986م. ويستمر كل سنة بعد ذلك بنفس المستوى من التقليص. كما ينطبق أيضا على الدول المنتجة لمثل تلك الغازات.
3. وان يكون الاستهلاك للفترة من 1/ 7/ 1998 وحتى 30/ 6/ 1999 أقل بمقدار 50٪ من مستوى الاستهلاك لعام 1986م وكذلك الأمر بالنسبة للإنتاج.

وقد واجه هذا البروتوكول اعتراضات كثيرة،خاصة من الدول المتخلفة حيث قدّرأن حصص الدول الصناعية تصل إلى نحو 500غم من غاز الفريون عام 1986 للفرد الواحد وحتى عام 1989م. بينما لم تزد حصة الفرد من هذا الغاز لتلك الفترة عن 10غرامات للفرد الواحد بالسنة مثل الهند. كما حرم على الدول المتخلفة الحصول على التقنيات البديلة. وكانت البدائل ذات تكاليف باهظة تفوق قدرات العالم الثالث على توفيرها.

ولكن يبقى السؤال المحيّر وهو هل مناخ الكرة الأرضية في طريقهِ إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض أم انخفاضها؟

فنحن ناقشنا ارتفاع درجة حرارة الأرض (الاحتباس الحراري) وسوف نناقش الآن انخفاض درجة حرارة سطح الأرض.

لقد بينت الدراسات الميتورولوجية أن كمية ثاني أكسيد الكربون، قد بلغت في الجو ما يعادل خمسة مليارات طن[1]، مما يفسر وجود الضباب الأزرق، الذي يشاهده الطيارون على ارتفاع يتراوح بين 6 إلى 7 كيلو مترات فوق سطح البحر. هذه الطبقة الضبابية تعيق بالطبع وصول أشعة الشمس بكامل طاقتها إلى سطح الأرض، وبالتالي تقلل من كمية الحرارة التي تستقبلها الأرض، أضف إلى ذلك أن غاز الهيدروجين الذي ينبعث من محروقات الطائرات، يتحد في الجو مع غاز الأكسجين مكوناً بخار الماء. وينجم هذا الاتحاد للعنصرين، أن كل طن واحد من المحروقات، ينجم عنه ما يعادل طن وربع من بخار الماء، مما يزيد من كمية الغيوم، التي تحجب أشعة الشمس وحرارتها عن سطح الأرض.

وقد دلت أبحاث الفضاء، على أن الضباب الذي يتكون حالياً فوق المحيط الأطلسي، هو أكثف بما نسبته 10٪ عما كان عليه منذ عشرين سنة مضت. وقد يؤدي استمرار التجميع إلى تكوين طبقة دائمة من الغيوم الكثيفة فوق أوروبا وأمريكا، مما يؤدي إلى زيادة حجب أشعة الشمس عن سطح الأرض. ويرى الفيزيائيون البريطانيون، أن درجة الحرارة الأرضية، سوف تشهد انخفاضاً ملحوظاً

---

(1) Ibid.

في السنوات القادمة. بل إن مؤشرات هـذا الانخفـاض في درجـة الحـرارة، قـد بـدأ بشكل واضح في بعض مناطق العالم.

فمثلاً نذكر تراكم كميات كبيرة من الكتل الجليدية، والتي حالت مؤخراً دون إمكانية الصيد، واستخدام الموانئ الشمالية لجزيرة آيسلندة منـذ عـام 1965م. وقـد استفحل الأمر عـامي 1968و1969م. كمـا زادت كتـل الجليـد بشـكل ملحـوظ في منطقة القطب الشمالي منذ عام 1969م.

وهنا نتساءل، هل نحن مقبلون فعلاً على عصر جليـدي جديـد؟؟ إن بعـض المتشائمين وربما يكونون صادقين حينما يقولون إن العالم سوف يشهد عصراً جليدياً خلال العقود القادمة؟؟

والحقيقة تشير إلى أن جميع المؤشـرات تؤكـد علـى أن ارتفـاع درجـة حـرارة الأرض هو الأرجح، وأن الدفيئة الأرضية تظهر بصورة ملحوظة في بعـض منـاطق الكرة الأرضية، حسبما أشرنا إلى هذا الوضع في معالجة ظاهرة الاحتباس الحـراري فوق سطح هذا الكوكب الجميل[1].

ج. التدخين أحد أشكال التلوث الهوائي:

يعتبر التدخين أحد أشكال التلوث الهوائي، والمتسبب في إصابة ملايين البشر بسبب استنشاقهم لهذه المواد السامة. وتقدر منظمة الصحة العالمية، بأن هنـاك نحـو 2.5 مليون نسمة يموتون سنوياً بسبب الأمراض الناجمة عن ظـاهرة التـدخين، مثـل أمراض سرطان الرئة و الالتهاب الشعبي المزمن والانتفاخ الرئوي وغيرها.

(1) Ibid.

ويحتوي نبات التبغ ذاته على العديد من المواد السامة، مثل النيكوتين والنور نيكوتين والنيكوتينين (Nicotinine)، والذي يعرف بكافور التبغ. ويعني كافور التبغ أنه عبارة عن مركب، يتكون أثناء مرحلة تخمير التبغ بعد القطف، وإليه تعزى رائحة التبغ العطرية. وتعتبر جميعها مركبات سامة. هذا بالإضافة إلى مواد صمغية وراتنجية وحامض الفوسفوريك.

ولكن ما هي مادة النيكوتين؟؟

عند ما تتعرض أوراق التبغ في السجائر للاحتراق، فإن مادة النيكوتين تتحلل حرارياً. ويتحول إلى مركب سيانيد الهيدروجين، وإلى أول أكسيد الكربون والفورفورال، وكلها مجتمعة مركبات سامة، ولكن بدرجات أقل سمية من مادة النيكوتين.

أما مادة النيكوتين فهي مركب قلوي سام جداً، وهو مركب كيماوي يستطيع اختراق الجلد والأغشية المخاطية بسهولةٍ ويسر. ويعتقد بأن جرعة تتراوح ما بين 40-60 ملغم، هي كافية بقتل الإنسان المدمن على التدخين، فيما لو وصلت إلى الدم. أما الشخص غير المدخن، فتكفيه جرعة في حدود 1-4 ملغرام فقط. أما الجرعة المتوسطة المميتة فهي LD50 للنيكوتين، فتعطى عن طريق الحقن الوريدي بحيث تبلغ نحو 0.8 ملغرام/ كغم في الجرذان، و9ملغم/ كغم في الأرانب و5ملغم/ كغم في الخنازير والكلاب. ويعتبر دخان السجائر غني بمادة النيكوتين، إذ تتراوح ما بين 60 إلى 2300 ملغرام/ كغم في السيجارة الواحدة. وهذا المركب القلوي السام يمتصه الجسم من الدخان، فيظهر بتراكيز مرتفعة في اللعاب والدم والادرار.

الأضرار الصحية للدخان:

يمكن إيجاز هذه المضار فيما يلي:

1. فبالنسبة للمدخنين يتعرض المدخن إلى زيادة لزوجة الإفرازات المخاطية في القصيبات، وتغير حركة الأهداب فيها، وانعدام الحركة في المراحل اللاحقة، مما يساعد على زيادة دخول الدقائق الغريبة للجهاز التنفسي.
2. الالتهاب الذي يصيب القصيبات الهوائية (Espiratory Bronchiolitis).
3. انتفاخ الحويصلات الرئوية والتليف الرئوي.
4. انخفاض مقاومة الأنسجة اتجاه الالتهابات.
5. ازدياد سمك الشرايين المغذية للعضلات القلبية، وهي مقدمة إلى تصلب الشرايين.
6. تأثيرات وعائية دموية مختلفة مع ارتفاع ضغط الدم.
7. الإصابة بسرطان القصبات الهوائية أو الرئتين أو مناطق أخرى من الجهاز التنفسي.

أما بالنسبة لغير المدخنين عند تعرضهم للدخان رغما عنهم، فربما يصابون بالأمراض التالية:

أ. ضيق التنفس أو حالات تحسس مختلفة، وتعتمد على حالة الفرد الصحية.

ب. تحرش العيون والأنسجة المخاطية.

ج. حالات سرطانية مختلفة في القصبة أو الرئتين، تظهر بعد التعرض طويل الأمد للمدخنين.

د. تأخر النمو الطبيعي للرئتين، لدى الأطفال المعرضين للتدخين المستمر في المراحل العمرية الأولى.

ولكن كيف يمكن التخلص من هذه الآفة الخطيرة؟؟

1. منع التدخين في وسائل النقل بأنواعها المختلفة منعاً باتاً.
2. منع التدخين داخل المحاضرات والاجتماعات والمحافل العامة.
3. منع التدخين في جميع المدارس الابتدائية والإعدادية والثانوية، وشرح خطورة التدخين للطلبة، مع عرض أفلام لذلك وإرشاهم للابتعاد عن هذه الآفة الخطيرة.
4. التوسع في فتح عيادات خاصة في المجتمع، لمعالجة المدخنين، وإمكانية تركهم للدخان بأشراف مختصين سواء أطباء أو مرشدين نفسيين.
5. يجب على المدخن لمن لا يسعفه الحظ بترك التدخين، أن يراعي وجود أفراد أسرته ويبتعد قدر الإمكان عن التدخين أمامهم، حماية لهم من هذا المرض الخطير وهو الدخان[1].

2. التلوث الهوائي والضوضاء:

مع التقدم والتطور الصناعي والتقني للمجتمع البشري المعاصر، أصبحت الضوضاء سمة من سمات هذا العصر، ترافق هذا التطور الصناعي الحديث.

وبالتالي أصبحت ظاهرة الضوضاء في وقتنا الحالي، من مظاهر التلوث الهوائي الخطيرة على الإنسان، خاصة في المدن الكبرى التي تزخر بالقلاع الصناعية الثقيلة والمتوسطة، وحركة وسائل النقل المختلفة ووسائل الإعلام وحركة المرور

(1) WHO,(1982),Estimating Human exposure to Air Pollutants, WHO offset Publication, No. 69. PP.11- 32.

والناس، الأمر الذي أدى لمضار كثيرة على الفرد والمجتمع، من وراء هذه الظاهرة. وتقاس الضوضاء عادة بوحدةٍ قياسية تدعى الديسيبل (AL-Disibel). ويقدر الحد الأقصى لتحمل أذن الإنسان للضوضاء، ولمدة معينة بنحو 140 ديسبل. علماً بأن شدة الضوضاء التي يسببها إطلاق صاروخ واحد في الفضاء، يبلغ بنحو 170 ديسيبل. وقد أصبح من المعروف طبياًأن امتلاء الهواء بالضوضاء على الدوام، يؤثر على الجهاز العصبي المركزي، وبالتالي يضر بالجهاز السمعي.

وقد ينجم عن هذا الوضع، الضعف السمعي ثم الصمم الوظيفي. كما يؤثر على النظر ويسبب الصداع والشعور بالوهن والإرهاق وتوُتر الأعصاب دون سبب، وازدياد ضربات القلب وتقلص المعدة. كما تنتقص الضوضاء من قوة الانتباه والقدرة على التركيز الذهني.

ويوضح الجدول التالي مصادر الضوضاء وشدتها:

جدول رقم (7) يوضح مصادر الضوضاء وشدتها على جهاز الديسيبل.

مصدر الصوت	قوته بالديسيبل	مصدر الصوت	قوته بالديسيبل
1. الطائرات النفاثة	150-135	5. آلات المطابع	97
2. الدراجات البخارية	110	6. الخلاطات	93
3. مغازل النسيج	106	7. وحدات نقل القمامة	85
4. الجرار الزراعي	98	8. حركة المرور بالمدن	80

يتضح من هذا الجدول ما يلي[1]:

1. تمثل الطائرات النفاثة أكثر شدة من غيرها، كمصدر ضوضائي خطير في

(1) Anthrop,D.F.;Enviroment Noise Pollution: a threat to Sanity, Bull. Atomic scientists 225,(5) PP.11-16 .

البيئة، خاصة المدن الرئيسة. ولهذا يفضل عادة بناء المطارات الرئيسة فيها في أماكن تبعد ما بين 40 إلى 50 كيلو متراً عن المجتمع الحضري.

2. كما أن الدراجات البخارية تأتي في شدة ضوضائها بعد الطائرات النفاثة مباشرة، ويجب الاقلال لحد كبير من استخدامها خاصة في المدن المكتظة.

3. أما المغازل للنسيج والمصانع الأخرى والآلات الزراعية، والإنشائية والمطابع، فيفضل إنشاؤها في مناطق بعيدة عن الأحياء السكنية. فمثلاً نجد الكسارات تقام في مناطق بعيدة عن الأحياء السكنية بمسافة لا تقل عن 50كم[1].

(1) Boggs,D.H.and Simon,J.R;Differential Effect of Noise on Tasks of varying Complexity, J.appl. Psychol. 52, 1968,PP. 140-155.

الفصل الثامن

التلوث الهوائي وتأثيره على الكائنات الحيّة والمعادن والدورات الجيوكيماوية

الفصل الثامن

التلوث الهوائي وتأثيره على الكائنات الحيّة والمعادن والدورات الجيوكيماوية

1. التلوث الهوائي وتأثيره على النباتات.
2. التلوث الهوائي وأثره على الإنسان والحيوان.
3. التلوث الهوائي وأثره على المعادن والمنتجات الصناعية.
4. التلوث الهوائي وأثره على الدورات البيوجيوكيماوية.

الفصل الثامن

التلوث الهوائي وتأثيره على الكائنات الحيّة والمعادن والدورات الجيوكيماوية

التلوث الهوائي وتأثيره على النباتات

كما يؤثر التلوث الهوائي على صحة الإنسان والحيوان، وزيادة معدلات الوفيات فيهما، فهو يؤثر أيضا على النباتات. إذ يؤثر التلوث على الأوراق والمادة الخضراء، وبالتالي يؤدي إلى تساقط الأوراق وموت النبات أو على الأقل يبطئ من نموه الطبيعي. ومن ثم يعتبر تدمير النبات هو النتيجة الحزينة لتلوث الهواء.

فعلى سبيل المثال، تقدر قيمة تلف المحاصيل التجارية، في ولاية كاليفورنيا نتيجة للتلوث، بنحو 132 مليون دولار سنوياً. والحقيقة أن كل غاز له تأثير معين على النبات، حتى أننا يمكن معرفة طبيعة المادة الملوثة من خلال التعرف على أثرها في النبات. فمثلاً نجد غاز الاثيلين Ethylene يضر بالنباتات لو زاد تركيزه عن بضعة أجزاء في المليون. حيث تذبل أزهار وأشجار السحلبية Orchid، كما أن زيادة غاز الأوزون يسبب ظهور بقع في الأجزاء العليا من أوراق الكروم (العنب) والتبغ. ففي ولاية نيوجرسي الأمريكية، تأثرت زراعة التبغ كثيراً، نتيجة لكثرة وجود غاز الأوزون.

كما يؤثر أيضا غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 في النباتات القريبة من مصادره، حيث تملؤها البثور Pocks. وتتضرر كذلك أوراق النباتات الرقيقة مثل القمح والشعير والالفالفا والكروم. كما تؤثر حموضة مياه الأمطار؛ نتيجة للتلوث الهوائي في أوراق النبات. ويتسبب كذلك تلوث الهواء بأكاسيد النيتروجين في فقدان الأشجار لأوراقها، وموتها، وبالتالي يساهم في تقليص مساحة المسطحات الخضراء؛ في المناطق القريبة من مصدر التلوث هذا.

هذا وتؤثر الأمطار الحامضية Acid Rain على نمو الغابات، وأحياناً تؤدي لإحداث خلل في توازن النظام البيئي، الذي من شأنه تقليل مقاومة الأشجار لآفات أوحشرات معينة.

الأمطار الحامضية: وتمثل ظاهرة الأمطار الحامضية ظاهرة بيئية حديثة من ظواهر تلوث الهواء في القرن العشرين الماضي. وظهرت على أشدها في الدول الأوروبية الصناعية، وخاصة الدول الاسكندنافية وشمال شرق الولايات المتحدة الأميركية. ويمكن تلخيصها بأن غاز ثاني أكسيد الكبريت عند تساقط الأمطار يتحول إلى حامض، الكبريتوز وحامض الكبريتيك. ويصبح ماء المطر- والذي يفترض أن يكون أنقى صور الماء في الطبيعة، على درجة من الحامضية، تقترب في أحيان كثيرة من حموضة عصير الليمون الطبيعي والبالغة نحو 2. ويعبر عن هذه الحامضية بقياس يعرف بتركيز أيون الهيدروجين "Ph"، والذي يستخدم لتحديد الحامضية أو القاعدية للسوائل، ويتكون من 14 درجة.

ويعتبر الماء المقطر متعادلاً بعد التقطير مباشرة. ويكون تركيز أيون الهيدروجين فيه مساوياً إلى درجة 7؛ وما دون ذلك يعتبر حامضي، وما زاد عن ذلك فيعتبر قاعدي. وقد وصلت درجة حامضية الأمطار في بعض المناطق الأميركية نحو 1.2. درجة وفي ولاية نيويورك وصلت إلى نحو 4 درجات كمعدل سنوي، وفي الدول الاسكندنافية وصلت لنحو 2.8 درجة[1].

ونتيجة لتعلية مداخن المصانع الملوثة للهواء، في فرنسا وبريطانيا وألمانيا، فقد أدى لتشتيت الدخان مع تيارات الهواء على ارتفاعات عالية نسبياً. فانتقلت ملوثات الهواء جغرافياً، لمسافات أبعد في الدول الاسكندنافية. وقد وجدت الأدلة

(1)Baughman, G. L. and Burns,L.A, (1980)Transport and transportation of chemicals.Aperspectiv in the handbook of Environmental chemistry.o, hotsingerl (ed.) vol.2 part A: reactions processes Berlin.

على أن المطر الحامضي المتساقط عليها، ناجم من مصانع تلك الدول، وخاصة منطقة وادي الروهر (Ruhr) الكائن في المانيا. وقد قدر ما احتوته الأمطار الحامضية أو الهباء الجوي (Aerols) من حامض الكبريتيك، والكبريتات بنحو 4 آلاف طن سنوياً فوق الأراضي النرويجية لوحدها. أما الأمطار الحامضية الساقطة في المناطق الشمالية الشرقية، من الولايات المتحدة الأمريكية، فيعود مصدرها إلى العديد من المدن أوالولايات الأمريكية، ابتداءاً من مدينة شيكاغو، مروراً بالإتجاه الشرقي نحو أوهايو وبنسلفانيا ونيوجرسي وانتهاءاً بنيويورك.

وتتمثل أخطار الأمطار الحامضية في تغيير حامضية المياه والتربة، ولكل منها الأضرار المترتبة عليه. حيث يؤثر انخفاض تركيز أيون الهيدروجين في المياه، على الأحياء المائية بوجه عام، وعلى الأسماك على وجه الخصوص. وقد يكون هذا التأثير وظيفي ومباشر على جسم السمكة. أو أن يكون غير مباشر من خلال زيادة التأثير السمي لبعض المعادن الموجودة في المياه. فقد وجد على سبيل المثال أن الألومنيوم وهو عنصر قليل السمية، ويوجد بشكل شائع في المياه، يصبح ساماً. فيزداد تأثيره أضعافاً مضاعفة عند تحول المياه إلى حامضية التفاعل، بسبب هطول المطر الحامضي.

ونتيجة لهذا الوضع في شمال غرب أوروبا، فقد لوحظ موت العديد من الأسماك في بحيرات الشمال الأوروبي، بسبب التسمم بهذا العنصر. كما أحصي عدد البحيرات التي تأثرت بهذه الأمطار في السبعينات في السويد لوحدها، فبلغ نحو 2500 بحيرة، موزعة على مساحة 28 ألف كيلومتراً مربعاً، منها 1750 بحيرة كانت قد فقدت أسماكها كلياً.

ولم يقتصر خطر الأمطار الحامضية عند هذا الحد، بل تعداه إلى مشكلات زراعية عند هطولها على التربة الحمضية، كما هو الحال في تربة مناطق شمال أوروبا (كتربة البودزول).

فالمعروف أن حركة بعض العناصر الطبيعية في التربة، تزداد حامضيتها، مما يؤثر سلباً على إنتاجيتها، وبالتالي على نمو النباتات فيها. هذا من ناحية، أما من جهة أخرى، فتؤدي زيادة الحامضية في التربة، إلى ارتباط الفوسفات الضرورية لنمو النبات بالألومنيوم، وتحولها إلى مركب معقد وغير جاهز للامتصاص من قبل النبات. إلا ان هذه التأثيرات تكون قليلة الأهمية، في المناطق التي تتصف تربتها بأنها تميل إلى القاعدية أكثر من الحمضية، كما هو الحال في العديد من مناطق الشرق الأوسط[1].

كما تؤثر الأمطار الحامضية ليس على النباتات والتربة فحسب، وإنما تتعداه إلى التأثير سلباً على المباني الكلسية والرخامية، وعلى النصب والمنحوتات الأثرية والآثار القديمة التي تمثل تراث الإنسان وتأريخهُ القديم. ومن الأمثلة التي يمكن إيرادها في هذا الصدد؛ هو التآكل الذي أصاب مسلة كليوباترا الموجودة في إحدى الساحات العامة في قلب مدينة لندن. إذ تقدر الأضرار التي أصابتها خلال تسعة عقود خَلت، والتي أعقبت سرقتها من مصر، ونقلها إلى بريطانيا، بما يعادل ما أصابها خلال عمرها الزمني بأكمله والبالغ أكثر من 3 آلاف سنة[2].

وهذا يشير بداية إلى أن نسبة التلوث الهوائي في لندن، والعديد من المدن البريطانية الأخرى، قد وصل لمرحلة الخطورة، بالرغم من الإجراءات والتشريعات التي صدرت لحماية الهواء من التلوث؛ إلا أنها مازالت في مقدمة المدن التي تعاني من هذه المشكلة. كما تؤثر الأمطار الحامضية ليس فقط على الصخور والمنحوتات،

---

(1) لورنت هوجز؛ ((التلوث البيئي)): ترجمة محمد عمار الراوي وعبد الرحيم عشير، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة بغداد، بيت الحكمة، 1989.

(2)Likens, G. E. and Bormann, F. H and Johnson, N.M; "Acid Rain" Environment, 14(2), 1972, PP 30-41.

وإنما تتعداه إلى المنشآت المعدنية اللازمة لخدمة الإنسان، كأبراج الاتصالات والطاقة والجسور والسكك الحديدية. فعلى سبيل المثال، فإن نحو ثلث أطوال السكك الحديدية في بريطانيا، والتي تبدل سنوياً، يكون التآكل قد أصابها بسبب المطر الحامضي أو تأثير الدقائق الحامضية العالقة في هواء المدن خاصة العملاقة.

وقد تمتّ مراقبة الأمطار الحامضية في الدول الأوروبية، بواسطة برنامج تعاون مشترك، لتقييم ومراقبة الانتقال بعيد المدى، لملوثات الهواء في أوروبا يعرف اختصاراً بالرمز إيميب (EMEP). وقد استحدث البرنامج عام 1977م، ويعتمد على النتائج المستخلصة من شبكات الرصد الجوي، ومراقبة نوعية الهواء في تلك الدول. وذلك لإجراء تحاليل يومية لمياه الأمطار، وقياس ثاني أكُسيد الكبريت في الهواء وتراكيز الكبريتات، SO_4 في العوالق والجسيمات المادية، وفي الأمطار والثلوج، لتفادي خطورة الأمطار الحامضية على البيئة بشقيها الطبيعي والبشري معاً.

كما يؤثر التلوث الهوائي بوجه عام، على إنتاجية المحاصيل الزراعية التي أظهرت تناقصاً ملحوظاً في عائدها الإنتاجي بعد إجراء الدراسات العلمية لذلك[1].

التلوث الهوائي وأثره على الإنسان والحيوان

لقد أصبحت ظاهرة التلوث الهوائي، ظاهرة شائعة الحدود في العالم خاصة في المدن الكبرى والبيئات الصناعية. وقد أثبتت الدراسات الاكلينيكية (التحاليل الطبية) أن العديد من الأمراض التي يعاني منها الإنسان، في العقود الخمسة الماضية

(1) منظمة الصحة العالمية (1982): التقدير السريع لمصادر تلوث الهواء والماء والتربة، منشور منظمة الصحة العالمية بالأفسيت رقم 62 جينيف 1982م.

من القرن العشرين الماضي؛ مصدرها الرئيس هو التلوث الهوائي. ويمكن حصر تلك الأمراض بالدقة في أمراض الجهاز التنفسي، والأنفلونزا وأمراض القلب وسرطان الرئة والقصيبات الهوائية وغيرها.

ومن الجدير بالذكر، أن التلوث الهوائي قد تعدى في كثير من المناطق الحد الآمن، ووصل إلى حد الخطر المزعج للنظام البيئي. بل بدأ الناس يشعرون بخطورة معضلة التلوث تلك. وقد كانت كارثة وادي الميز (Maize) في بلجيكا عام 1930، نقطة البداية لمآسٍ كثيرة وخطيرة متلاحقة في مناطق أخرى من العالم.

ففي ذلك العام (1930)، صحا سكان مدينة أنجس (Ingis) بمنطقة ليبج (Leige) بوادي الميز، حيث تتركز مصانع الفوسفات، وحيث يستخدم نوعاً من الفحم كوقود. ولسوء الحظ أن ذلك النوع من الفحم، يتصف بارتفاع نسبة الكبريت فيه!؟ فوجد الناس أنفسهم تحت غمامة من الضباب الكثيف، واشتد السعال لديهم ويضعون أيديهم على حناجرهم، نتيجة ارتفاع نسبة الملوثات المتطايرة من الفوسفات، في هواء تلك المنطقة المنكوبة، بدرجة عالية، مما أدى لانحباس الهواء الملوث تحت تأثير الانقلاب الحراري.

وقد تأثر بذلك التلوث الغباري مئات من البشر، لم يستطع نحو 63 فرداً من المسنين مقاومة ضيق التنفس والاختناق، فماتوا على الفور متأثرين بالآلام الناجمة عن تلك الحادثة المروعة. كما تأثرت الماشية والدواجن والكلاب، حيث اتضح أن عدداً كبيراً منها قد فارق الحياة.

كما تذكرنا حادثة أخرى في مدينة لوس انجلوس في الولايات المتحدة عام 1948، بخطورة التلوث الهوائي أيضا، وما يتمخض عنها من مآس كبيرة.

ففي ذلك العام، عانى سكان المدينة تلك، من ضباب أبيض أدمع عيونهم. ومنذ ذلك التاريخ أخذت أيام الضباب تتزايد باطراد؛ حتى أصبحت ثلاثة أيام في

العام التالي. ثم زادت في عام 1965م إلى 250 يوماً وارتفعت إلى 340 يوما عام 1970م.

ونتيجة لذلك الوضع السيئ، وتكرار حدوث ظاهرة الضبخية في المنطقة، أن أعلن 60 عضواً من أعضاء كلية الطب بجامعة كاليفورنيا في لوس انجلوس، أن ظاهرة تلوث الهواء بالمدينة، قد أصبحت خطراً جداً على صحة معظم السكان. كما نصحوا كل فرد ليس له مصلحة في البقاء في تلك المنطقة، بالرحيل عنها، ليتفادى الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي بصفة مزمنة.

وقد وصل الأمر، أن أصبحت السلطات تنصح المدارس في المدينة، بعدم خروج التلاميذ من الفصول إلى الساحات المدرسية أثناء الراحة و الغذاء. ويفضل البقاء داخل قاعات الدرس، عندما تزداد درجة تركز الأوزون عن 0.35 جزء في المليون. وهي حالة تحدث مرات عديدة.

وقد تعرضت مدينة لندن في شهر كانون أول من عام 1952، ولمدة أربعة أيام متتالية لطبقة سميكة من الضبخية، نتيجة لتجمع الضباب الكثيف، واختلاطه مع أدخنة المصانع وعادم السيارات. إذ قدر أنّ ما تحرقة لندن يومياً من الوقود، بنحو 70 ألف طن من الوقود الحفري. وقد انعدمت الرؤية في الشوارع لمسافة ياردة واحدة (أقل من متر) في بعض أحياء المدينة في تلك الكارثة.

مما جعل من الصعوبة بمكان على الشخص رؤية قدمه بنفسه. وقد نتج عن تلك الكارثة البيئية وفاة نحو أربعة آلاف شخص، بالإضافة إلى بضعة آلاف أخرى تعرضوا لأمراض في الجهاز التنفسي.

وتعد تلك الكارثة من أسوأ الكوارث، التي حدثت في التاريخ الحديث، وتتكرر هذه الظاهرة البيئية في لندن بصفة تكاد تكون منتظمة، ولكن بدرجات متفاوتة. وكان آخرها الضبخية التي غطت سماء لندن في كانون أول من عام 1975

ولمدة ثلاثة أيام متتالية، حيث انعدمت فيها الرؤية، وتوقفت حركة المطارات، وأغلقت معظم المحال التجارية أبوابها.

وفي الواقع نجد أن هذه الظاهرة لم يقتصر حدوثها في لندن أو لوس انجلوس، بل وقعت في مدينة طوكيو عام 1970. فقد تجمعت طبقة سميكة من الضبخية فوق المدينة، وأصيب العديد من السكان بحالات من السعال وضيق التنفس. واستقبلت المشافي أكثر من 8 آلاف حالة للعلاج.

وأصبح من المناظر المألوفة في طوكيو، أن يضع الشخص أجهزة التنقية- (Filtering Devices) على فمِهِ وأنفه، ليتجنبوا استنشاق هواء المدينة مباشرة.

ونتيجة لذلك، فقد أقيمت عدة محطات في الشوارع الرئيسة، ليدخلها الأشخاص المصابون بالإختناق وضيق التنفس، ليستنشقوا أنفاساً من الأكسجين النقي، كي تعيد لهم حيويتهم ونشاطهم الجسماني. كما تعرضت قرية الشعيبة المتاخمة للمنطقة الصناعية في الكويت عام 1966م، لضيق التنفس والاختناق، بسبب قرب معامل التكرير، ومصانع الكيماويات من تلك القرية. فتلوث هواؤها بغاز ثاني اكسيد الكبريت، ونقل العديد من المصابين إلى المشافي لعلاجهم.

التلوث الهوائي وأثره على المعادن والمنتجات الصناعية

وكما يؤثر التلوث الهوائي على الغلاف الحيوي، من نبات وحيوان وإنسان، فهو يؤثر أيضاً على المعادن والمنتجات الصناعية المختلفة والمتعددة الأنواع. فقد أنشأت الولايات المتحدة أكثر من 200 محطة مراقبة، لتجميع البيانات الخاصة بتأثير التلوث الهوائي، على تآكل وإعتام الفلزات، وتمزق المنسوجات وتدهور الصبغات وتشقق المطاط. وقد اتضح من نتائج تلك المحطات، أن التلوث الهوائي يقصر العمر الإستهلاكي لمنتجات الصلب، بمعدل أسرع من المعدل العادي في جو غير ملوث بحوالي 30 مرة، والنيكل بدرجة أسرع بنحو 25 مرة، والزنك بنحو 15 مرة،

والحديد ينحو 6 مرات، والنحاس بنحو 5 مرات. كما يؤثر على سطوح المنازل والتماثيل والمنشآت الخرسانية، التي تتعرض للتآكل والإنهيار تحت تأثير الضبخية الشديد. فقد تأثرت السكك الحديدية في بريطانيا نتيجة للتلوث الهوائي كما سبق ذكره.

ولا يقتصر الأمر عند هذا الحد، بل يتعداه إلى إتلاف خيوط النايلون والمطاط والجلود التي تصبح بدورها سريعة التمزق. وقد ثبت بالدراسة العلمية في دول الخليج أن العمر الافتراضي للسيارة، إن كان عشرين عاماً في دول بلاد الشام فهي تقل إلى الربع من ذلك العمر، بسبب التلوث الغباري وشدة الحرارة، بالإضافة لعدم الصيانة المتبع في دول ذات مناخ صحراوي مغبر بصفة دائمةٍ.

التلوث الهوائي وأثره على الدورات البيوجيوكيماوية

كما يؤثر التلوث الهوائي على الدورات البيوجيوكيماوية، للأكسجين والكبريت والكربون والنيتروجين. وهي العناصر الأربعة الأساسية التي تبنى منها الكائنات الحية بروتيناتها بالتعاون مع الهيدروجين. ولنأخذ دورة الأكسجين كمثال:

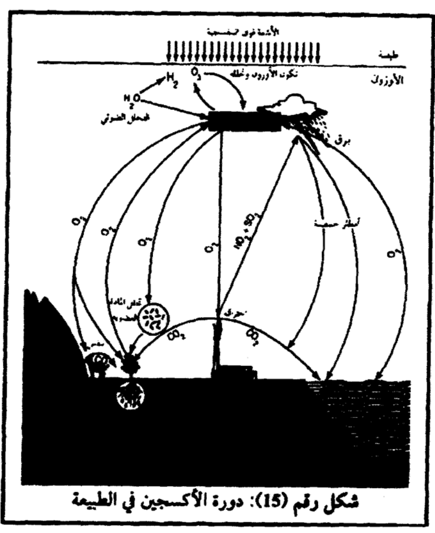
أ. دورة الاكسجين (Oxygen Cycle):

يوجد الأكسجين في الهواء بشكل حر، أو يوجد مذاباً في الماء، أو متحداً مع عناصر ومركبات معينة. فهناك كميات هائلة من هذا الغاز الحيوي يتم تكوينها بوساطة النباتات الخضراء، كناتج عرضي من عمليه التمثيل الضوئي. وتستهلك النباتات والحيوانات غازالأكسجين في عملية التنفس. ويتمخّض عن هذه العملية غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي يضاف إلى الهواء. وبهذه الدورة البسيطة يبقى جو الأرض حاوياً الكمية المناسبة، من الأكسجين الضروري للكائنات الحية جميعها وبشكل مستمر.

وتطرأ على الأكسجين تغيرات عديده في الطبقات العليا لجو الأرض، حيث يمكن تحويل جزئ الأكسجين O_2 إلى الاكسجين الذري O_3 أو إلى الأوزون O_3. ويتم ذلك نتيجة لمؤثرات مختلفة أهمها التأثيرات الإشعاعية في تلك الطبقات.

ومن الجدير بالذكر، أن توافر غاز الأوزون في الطبقات العليا ما بين 15-55 كم من سطح الأرض في الغلاف الجوي، سوف يساعد في امتصاص نسبة كبيرة من الأشعة الفوق بنفسجية، المميته للكائنات الحية، وعرقله تدفقها إلى سطح الأرض.

ونجد أن دورة الأكسجين محكمة. ولكن إذا زاد التلوث الهوائي في هواء مدينة من المدن العملاقة أو إقليم ما، فسوف يقع الخلل في دورة هذا الغاز وبالتالي تقع الكارثة.



شكل رقم (15): دورة الأكسجين في الطبيعة

ب. دورة الكربون (Carbon Cycle):

ويعتبر الكربون من أهم مكونات المادة العضوية، المكونة للمادة الحية من كربوهيدرات ودهون وبروتينات. كما يعتبر هذا الغاز الموجود في الهواء، والمذاب في الماء من أهم مصادر الكربون في الطبيعة[1]. ويدخل غاز ثاني أكسيد الكربون في عملية البناء الضوئي، والتي تتم في الأوراق النباتية. حيث يتحول هذا الغاز إلى سكر بسيط، باتحاده مع وجود البلاستيدات الخضراء والطاقة الشمسية. ومن خلال تلك العمليات الكيميائية المتنوعة، التي تحدث داخل أنسجة النبات، يتم تحويل هذا السكر البسيط إلى أنواع مختلفة من المركبات الكيميائية، مثل الكربوهيدرات والزيوت والدهون الفوسفاتية، بالإضافة إلى البروتينات والصبغات والهرمونات وغيرها. وتعتبر هذه المركبات على غاية من الأهمية لنمو النبات، وأداء الفعاليات الحيوية وإنتاج الطاقة اللازمة. ثم يقوم بتخزين الفائض من هذه المركبات داخل الأنسجة المتخصصة.

وعندما تتغذى الحيوانات على هذه المواد النباتية، تتحول المركبات السكرية والدهون إلى مركبات كيميائية ذات صفات مختلفة.

وفي أجسام الحيوانات آكلات اللحوم، تطرأ على هذه المركبات تحولات جديدة، ويعاد بناؤها، بحيث تستفيد منها هذه الحيوانات. ويعود جزء من غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء، بعملية التنفس التي يقوم بها الحيوان والنبات. أما المواد الحاوية للكربون من مخلفات الحيوانات والنباتات، فيتم تحللها وتكسرها إلى عناصرها الأولية، بوساطة كائنات التربة، كالبكتيريا والفطريات، وتحويلها لمركبات أبسط، مع تحرير نسبة كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون يضاف إلى الهواء.

---

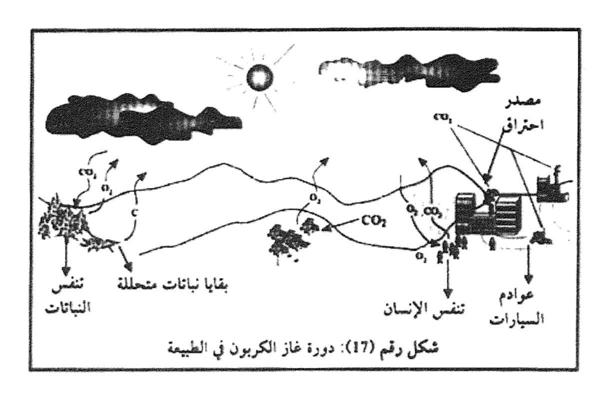
(1) دورة الكربون في الطبيعة عن الباحث بولين عام 1970 Bolin.

هذا بالإضافة لما يحويه جوف الأرض من مركبات كربونية هائلة، تتمثل في طبقات الفحم الحجري وحقول البترول والغاز الطبيعي. ويقوم الإنسان بإستغلال هذه المواد الحفرية القديمة، كمصدر رئيس للطاقة في نشاطات صناعية وزراعية وفي وسائل النقل. وينجم عن حرقها كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون، حيث تتصاعد إلى الغلاف الجوي.

وإذا ما تعرضت دورة الكربون للخلل في نظامها البيئي، فإنها ستؤدي لعواقب وخيمة ليس على النبات وحده، وإنما على الحيوان والإنسان معاً لأنها حلقة متصلة مع بعضها البعض.



شكل رقم (16): دورة غاز الكربون فوق اليابسة عن (Bolin 1970)



شكل رقم (17): دورة غاز الكربون في الطبيعة

ج. دورة النيتروجين (Nitrogen Cycle):

وعلى الرغم من أن هذا الغاز يغطي نحو 78٪ من مكونات الغلاف الغازي، إلا أن النباتات في الطبيعية تحصل على ما تحتاجة من النيتروجين من محلول التربة، بشكل أمونيا NH_3 ونيترات NO_3 كما في الشكل[1].

ويعتبر أحسن مصدر لهذا العنصر في النبات، هو ما يتكون بوساطة العقد البكتيرية، والتي تتكون داخل جذور النباتات البقولية. وهذه البكتيريا تسمى بالبكتيريا المثبته للنيتروجين (Nitrogen-fixing Bacteria). ومن أهم أنواعها تلك التابعة للجنس رايزوبيوم (Rhizobium)، والتي تقوم بأخذ النيتروجين كغاز مباشرة من الهواء، وتحويله إلى أشكال أخرى، ليستفيد منها النبات الذي تعيش فيه، مما يزيد في خصوبة التربة.

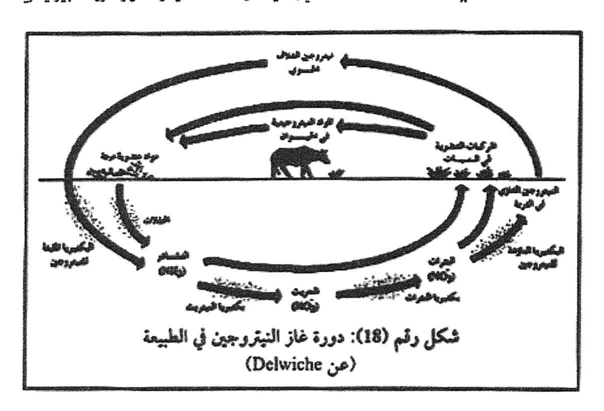
(1) شكل يوضح دورة النيتروجين/ لمن دلفيش L.Delwiche

وهناك أنواع أخرى من البكتيريا الحرة المعيشة في التربة، يمكنها هي الأخرى أخذ النيتروجين الهوائي، وتحويله إلى أشكال أخرى قابلة للإمتصاص بوساطة جذور النباتات. ومن أمثله هذه الأنواع البكتيرية هي المسماة أزوتوباكتر (Azotobacter) وكلوستريديوم (Clostridium)، بالإضافة إلى أنواع أخرى في التربة من البكتيريا الزرقاء، ليمكنها من تثبيت النيتروجين. ومن هذه الأنواع بكتيريا أنابينا (Anabaena) ونوستوك (Nostoc).

كما يوجد النيتروجين في الطبيعة- إضافة إلى حالته الغازية- بأشكال مختلفة منها الأمونيا واليوريا وحامض البوليك. ويمكن الحصول على الأمونيا ببساطة من عملية تحلل الأنسجة الحاوية على البروتينات والمركبات النيتروجينية الأخرى، بوساطة أنواع معينة من البكتيريا.

وبوساطة بكتيريا النترته (Nitrifying Bacteria)؛ وبالتحديد بوساطة البكتيريا المسماة بسيدوموناس (Pseudomonas)، تتم أكسدة الأمونيا (NH_3)، وتحويلهاإلى نتريت NO_2، وبوساطة البكتيريا نايتروباكتر (Nitrobacter)، تتم أكسدة النتريت NO_2، وتحويلها إلى نيترات NO_3. وهذان النوعان من المركبات النيتروجينية غير العضوية، يمكن الإستفادة منهما بالإمتصاص المباشر من خلال جذور النباتات الخضراء.

وهنا علينا أن ندرك حينما تتعرض التربة، إلى المتبقيات من المبيدات السامة للآفات الزراعية، فهل ستبقي على بكتيريا التربة المفيدة؟ بالطبع، لا. عندها يحدث الفناء لمثل هذه البكتيريا؛ وبالتالي يقع الخلل في نظام التربة الحيوي، خاصة إذا لم تعط الأسمدة التي تجدد خصوبتها.



شكل رقم (18): دورة غاز النيتروجين في الطبيعة
(عن Delwiche)

4. دورة المياه (Water Cycle):

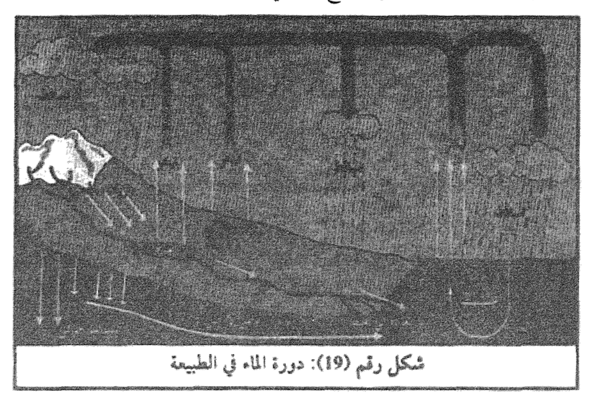
يتحرك الماء بشكل مستمر بين المحيطات والهواء والأرض والكائنات الحية. ويوجد في حالات مختلفة هي السائلة والصلبة والغازية. وتعتمد دورة الماء في الطبيعة على عمليات مهمة، تشتمل على التبخر والنتح وتكوين السحب ونزول المطر، وحركة الماء على سطح الأرض واختراقه لطبقات الأرض[1].

ويعتبر عامل التبخر من العوامل المهمة في تحريك كميات هائلة من مياه المحيطات، التي تغطي أكثر من ثلاثة أرباع مساحة الكرة الأرضية، وتحريك مياه البحيرات والأنهار والنباتات. وتختلف نسبة الماء المتبخر إلى الهواء والماء الساقط على سطح الأرض حسب الموقع الجغرافي. وعلى الرغم من كل هذه التحولات، تبقى كمية الماء ثابتة عبر التاريخ الطويل لهذه الأرض.

---

(1) شكل(19) يوضح دورة الماء في الطبيعة عن بنمان عام 1970 -Penman.

ولكن إذا ارتفعت حرارة الأرض، بفعل ظاهرة الاحتباس الحراري، فسوف يرتفع منسوب البحار والمحيطات، الأمر الذي سوف يؤدي لإغراق السواحل المحاذية للمسطحات المائية. فتحدث الكارثة التي لا تحمد عقباها. وإن تعرضت لانخفاض درجة الحرارة، فسوف تشهد الكرة الأرضية عصراً جليدياً جديداً، وما يتمخض عنه من سلبيات على المجتمع البشري وأنشطته الاقتصادية المختلفة.



شكل رقم (19): دورة الماء في الطبيعة

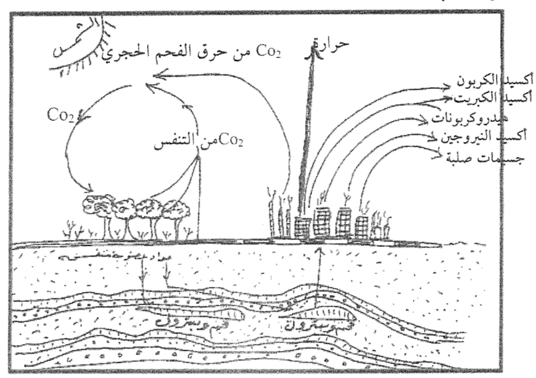
5. دورة الطاقة (Energy Cycle):

تقوم الشمس عن طريق ما تطلقه من أشعة شمسية مختلفة، بتوفير الطاقة التي تعتمد عليها جميع أشكال الحياة الأرضية. وتؤدي إلى تحريك الغلاف الحيوي للأرض، من خلال ما تنتجه من حرارة وضوء ورياح. ومن أهم الفوائد الحيوية للشمس، هو تمكين النباتات من النمو والإنتاج، والذي بدوره يمكن الكائنات الحية المختلفة الأخرى من البقاء على سطح الأرض.

وهناك مصدر آخر للطاقة يتمثل في الفحم الحجري والبترول والغاز

الطبيعي، والتي توفر من خلال حرقها، طاقة حرارية هائلة، تستعمل في جوانب كثيرة من حياتنا المعاصرة[1].

كما أن هناك أنواعاً أخرى من الطاقة، اهتم بها الإنسان المعاصر لمجابهة المخاطر التي سوف تحدق بالمدينة، بعد نفاذ البترول والفحم الحجري والغاز الطبيعي. ومن هذه الأنواع البديلة هي الطاقة الهوائية والطاقة الناجمة عن حركة المد والجزر والأمواج البحرية، والطاقة الحرارية لجوف الأرض والطاقة النووية، وأي خلل يقع لمصادر الطاقة أيضاً، سوف يؤدي لكوارث بيئية إذا لم توجد البدائل لتلك المصادر الناضبة.



شكل (**20**) يوضح دروة الطاقة في الطبيعة: عن أورت **Ort , M. - 1970**

(1) شكل لدورة الطاقة عن أورت ام عام Ort, M. -.1970

6. دورة المعادن (Minerals Cycle):

توجد أكثر المعادن بشكل مذاب في محلول التربة، أو على هيئة صخور. كما توجد هذه المعادن داخل أجسام الحيوانات والنباتات الحية ضمن مركبات عضوية. وحينما تموت هذه الكائنات الحية وتتحلل أجسامها، تختلط هذه الأملاح ثانية مع محلول التربة، أو تتجمع على شكل ترسبات ملحية أو صخرية. ومرة أخرى وبعد ذوبان هذه المركبات الملحية، نتيجة للتحولات الفيزيائية والكيميائية والحيوية لسطح الأرض، يمكن لحيوانات ونباتات أخرى الاستفادة منها.

ومن بين العناصر الغذائية الرئيسة التي اهتم الباحثون بدراسة دوراتها، هي الفوسفور والصوديوم والبوتاسيوم والحديد والكالسيوم و المغنيسيوم والسيلكا. وقد أجريت تلك الدراسات في المناطق الغابية ذات الأمطار الغزيرة، وتركز الاهتمام وبشكل مكثف على دورة عنصر الفوسفور. وذلك لكون هذا العنصر مهماً من النواحي الحيوية، وانعدامه في محلول التربة أو قلته، مما يؤدي لإنخفاض ملحوظ في الإنتاج الحيواني. هذا بالإضافة إلى دوره الرئيس في كثير من العمليات الوظيفية، كتخزين الطاقة والتركيب الكيميائي للجينات.

وتوجد أهم مخزونات الفوسفور في الصخور والترسبات الفوسفاتية. ويمكن أن ينفصل منها الفوسفور بعمليات التعرية والذوبان في المياه التي تسيل خلال هذه الصخور والترسُّبات.

ويمكن للنباتات امتصاص هذا العنصر، عن طريق الجذور والاستفادة منه، وبذلك يمكن للفوسفور الدخول ضمن النظام البيئي، بإنتقاله من النباتات إلى آكلات الأعشاب، ومن ثم إلى آكلات اللحوم والطفيليات. وبعد موت تلك الكائنات الحية، وتحللها تعود مكوناتها الفوسفاتية إلى التربة والماء.

وبهذا تنجرف كميات كبيرة من الفوسفور، مع المياه الجارية إلى البحار والمحيطات وتترسب في قيعانها. كما تساعد التيارات المائية الصاعدة، على رفع

كمية من هذا الفسفور، إلى الشواطئ الضحلة، حيث تكون مصدراً لتغذيه النباتات البحرية، التي تستطيع امتصاص الفوسفور بسرعة فائقة. ويتحول الفوسفور بعد ذلك إلى أجسام الحيوانات البحرية الآكلة للنباتات، وإلى الحيوانات الآكله للحوم، ومنها ما يرجع ويترسب في قاع البحر. وهكذا تستمر دورة الفوسفور في الطبيعة.

وإذا ما تعرض هذا العنصر للنفاذ في منطقة من المناطق، فسوف يؤدي لإحداث خلل كبير في دورته المحكمة، مما ينعكس سلباً على النباتات والحيوانات وبالتالي على الإنسان.

7. التلوث الإشعاعي (Pollution by Radiation):

لا يقل هذا العامل خطورة عن العوامل السابقة في تلويث الهواء بالإشعاعات الناجمة عن التفجيرات النووية سواءً في الحروب أو التجارب الذرية، فحينما قامت الولايات المتحدة بقصف مدينتي نيخازاكي وهيروشيما عام 1945 في يومي 7 و9 من شهر آب، ذهبت ضحيتها أكثر من 200 ألف نسمة وأصيب نحو نصف مليون آخرين بالأمراض الأشعاعيه المختلفة. عندها أدرك العالم خطورة استخدام هذا السلاح الرهيب في القضاء على كل كائن حي. والغريب في الأمر أن الذين أصيبوا عام 1945، فما زالوا يعانون من تلك الأمراض. حيث أن الأشعه النووية تحطم الخلية الحية، وتسبب أمراض السرطان للدم والجلد والعظام والغدد. كما تؤثر على التشوه الخلقي وغير ذلك.

كما أن هناك مصادر مختلفة لتلويث البيئة بالمواد الأشعاعيه من أهمها مايلي:

أ. التفجيرات الذرية والغبار الذري المتساقط على سطح الأرض حيث يعتبر من أهم مصادر التلوث الأشعاعي.

ب. المفاعلات الذرية المستخدمه في توليد الطاقة الكهربائية، مثل حادثه

تشـرنوبل عـام 1986 وحادثـة نيويـورك 1977، بالإضـافة إلى السـفن والغواصات التي تسير بالطاقة الذرية في البحار والمحيطات.

ج. البيئـة الأرضـية الـتي تحتـوي علـى الصـخور المكونـة لقشـرة الأرض والمياه،حيث تحتوي على كميات متفاوتـه مـن هـذه المعـادن المشـعه مثـل اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم والرادون ذو القابلية الأشعاعية.

د. مواد مشعه قريبة من سطح الأرض في حالة غازية مثل الراديوم والثـورن والكربون.

هـ. كذلك استخدام المواد المشعه في كثير من الأبحاث والدراسات البيولوجية والصناعية. وقد دخلت المواد المشعه في حياتنا اليومية بواسـطة السـاعات التي تضيئ بالليل والمسبحة المضيئة، وعاكسـات الأنـوار المسـتعملة علـى الطرق، وشاشات التلفاز، وأفران الموجات المتناهية القصر، وكلها مجتمعه من الإشعاعات الضارة للإنسان.

و. العمليات الطبية والبحوث، التي تستخدم المـواد المشـعه كـثيراً في المشـافي المتطورة، لإجراء الفحوص المرضـية كاسـتعمال الأشـعه السـينية وأشـعه العناصر الأخرى، مثل الراديوم والنظائر المشـعه مثـل الكوبالـت واليـود والفوسفور.

ز. الأشعه الكونية ومصدرها هو الفضاء الخارجي[1].

لقد قام بعض العلماء في مختبر بروكهيفن الـوطني بولايـة نيويـورك بتجـارب عديدة، لمعرفة تأثير الأشعه على الكائنات الحية. وقد تم اسـتخدام عنصـر سـيزيوم 137-137- (Cesium)، وذلك بوضع هذه المادة المشعه في مكان معين وسط غابـة

(1) د. مثنى العمر: نفس المرجع السابق.

ما، وتمت دراسة تأثيرها في النباتات المحيطة بمركز الأشعة. فكانت النتيجة أن ماتت أشجار الصنوبر والبلوط باستعمال جرعة بسيطة من تلك الأشعة المستعملة في تلك التجربة. ومع تسليط جرعة أخرى متوسطة من الأشعه، ماتت الشجيرات ثم مع استخدام جرعة إشعاعية ذات قوة أكبر، ماتت الشجيرات والأعشاب.

أما الأشنات، فقد صمدت لفترة طويلة تحت تأثير تلك الأشعة، واتضح من تلك التجربة أن أنواع النباتات الموجودة في منطقة الدراسة، تنخفض إلى النصف (50٪) بالنسبة للأشجار بعد تسليط الأشعة بمقدار 150 رونتيجين (Roentagen) عليها في اليوم الواحد، وبالنسبة للشجيرات والأعشاب بعد تسليط أشعة بمقدار 1000 رونتنجين في اليوم، وبالنسبة للأشينات بعد تسليط الأشعه بمقدار 2700 رونتنجين في اليوم.

ويتضح من ذلك أنه كلما زاد حجم النبات وزادت المادة الخضراء فيه، زادت سرعة قتل النبات بواسطة الأشعة. وكلما زاد حجم الكروموسوم (الصبغي النباتي) كلما زادت سرعة موت البناء بعد تعريضه لتلك الأشعه المميته.

الفصل التاسع

التلوث الأرضي (القمامة والنفايات الصلبة ومعالجتها)

الفصل التاسع

التلوث الأرضي (القمامة والنفايات الصلبة ومعالجتها).

1. مقدمة.
2. الفضلات البلدية الصلبة.
3. الفضلات الصناعية الصلبة.
4. الفضلات الزراعية الصلبة.
5. التخلص النهائي من الفضلات الصلبة.
6. المقترحات والتوصيات.



مقدمة :

نتيجة للتطور الصناعي والتقني وتزايد السكان المطرد، وتحسن المستوى المعيشي والصحي لبني البشر، وحدوث الإنفجار المدني الحديث، مع تطور وسائل النقل البرية والجوية والبحرية، فقد رافقت كل ذلك التزايد المتسارع في تكدس ملايين الأطنان من القمامة والنفايات الصناعية الصلبة، في المدن والبلدات والقرى، وتشويه جمالية البيئة خاصة البيئات الحضرية في العالم، وخلق مرتع خصب للقوارض والحشرات السامة، والجراثيم والكلاب الضالة، التي تقتات على تلك القاذورات، فتدمر الحياة وتنقل البؤس إلى الأماكن المكتظّة بالسكان، وتلوث المياه الجوفية بتسرب ملوثات تلك القمامة، مثل أملاح النيترات والمعادن الثقيلة والمركبات العضوية التركيبية.

وترتبط كميات القمامة والنفايات، ارتباطاً وثيقاً بمستوى المعيشة ونمط الحياة، ومؤشرات الناتج القومي، والوضع الإقتصادي والاجتماعي السائد في المدينة، أوالمنطقة المعنية بدراسة المعضلة البيئية.

وتتكون الفضلات الصلبة من خليط من مواد عديدة، تشمل بقايا المنتجات الزراعية والوجبات الغذائية، والورق والأخشاب والبلاستيك، والزجاج والمعادن وغيرها. وتتناسب الكمية المتخلفة من هذه المواد المرفوضة ونسب مكوناتها، حسب درجة تقدم وتحضر المجتمع. فالمجتمعات المتقدمة، تخلف كميات أكبر من هذه النفايات والفضلات الصلبة، بالمقارنة مع الدول المتخلفة والاقل تقدماً.

فمن خلال معيشة الإنسان في حياته اليومية، وممارسة أنشطته الصناعية والزراعية، والاجتماعية والتجارية والسياحية، تتخلف عنه كميات هائلة من مواد مرفوضة، غالبيتها مواد قابلة للتحلل والتفسخ، وأخرى لا حاجة له بها مثل فضلات الحقول الزراعية، وحقول تربية الحيوان، وحمأة المجاري (Sludge Sewage) وفضلات العمليات الإنشائية، كالهدم والبناء للمساكن وفضلات عمليات التعدين، من معادن فلزية ولا فلزية. بالإضافة إلى فضلات صناعية خطرة حيوياً وكيماوياً أو إشعاعياً؛ الأمر الذي يقتضي التخلص من هذه المواد بطريقة مأمونة بيئياً.

وتعتبر النسبة العظمى من هذه المواد المتخلّفة، بأنها غير سامة أو حتى ضارة في حقيقتها. إلا أن تجمعها وبقاءها بكميات كبيرة، يؤدي إلى تفسخها وتحولها إلى مصدر لمشكلات بيئية وصحية عديدة[1].

وفي الواقع، نجد أنه في أحسن مدن العالم الثالث والمتخلّف بالطبع، لا تستطيع الجهات المسؤولة عن هذا المرفق، من إزالة أكثر من ثلث أوحتى ربع الكمية اليومية، من المواد المرفوضة في تلك البيئة الحضرية المعنية. وذلك بسبب ما يتطلبه هذا العمل، من تكاليف اقتصادية عالية وأيدي عاملة عديدة. ولتحقيق بيئة نظيفة، فلا بد من التخلص من هذه النفايات والفضلات الصلبة بشتى الطرق، ورفع مستوى الخدمات في تلك البيئة. إلا أن استراتيجية العمل لهذه المعضلة، يبقى مرهوناً بالأوضاع الاقتصادية العامة للدولة، ونمط الحياة فيها ودرجة الوعي البيئي لدى المواطن، والمسؤول عن الخدمات على حد سواء.

وقد ظهرت في السنوات الأخيرة، وجهات نظر بيئية جديدة، تركز على

(1) د. خالد المطري: الجغرافية الحيوية والتربة، القاهرة، 1979م، ص270- 298.

ضرورة بروز مصطلحات جديدة في مجال التعامل مع تلك الفضلات، كإعادة تدوير المخلفات (Recycling Waste)، وإعادة الاستخدام من جديد (Re-Use).

وعلى الرغم من أن هذه الممارسات، قد تكون فطرية في سلوك الإنسان، وقد تكون متبعة منذ القدم، مثل إطعام الحيوانات الداجنة ما يتبقى من فضلات الطعام، إلا أن هذه الممارسات، قد وضعت بأسلوب علمي، يقلل من مخاطرها البيئية المتوقعة، ويسهل التعامل مع آلاف الأطنان المتخلفة يومياً، من الفضلات الصلبة في كل مدينة من مدن العالم النامي والمتقدم على حد سواء.

أما عن أهم النفايات الصناعية، فيمكن حصرها في الآلات المعطوبة والصناديق المهشّمة وقشور الفاكهة والخضراوات، والزجاجات الفارغة وعلب الصفيح الفارغة، والبواقي المتخلفة عن الصناعات المختلفة من حديد وأخشاب وورق وبلاستيك... إلخ.

وقد اتضح من أحد التقارير الصادرة عن المدن الأمريكية، أن ما يخلِّفهُ الفرد الواحد من سكان المدينة في أمريكا، من نفايات وفضلات صلبة يزيد عن 1000كغم في العام. وبهذا الصدد خلفت المدن الأمريكية ما يقرب من 30 مليون طن من الورق ومنتجاته، و60 مليون علبة صفيح و100 مليون إطار كاوتشوك و4 ملايين طن من البلاستيك؛ وملايين الأطنان من فضلات الطعام ومواد أخرى عام 1994م. ومما يزيد المشكلة تعقيداً توجه السكان إلى استخدام المعلبات المحفوظة. فقد كشف تقرير مجلس توعية البيئة في الولايات المتحدة من أن 13٪ فقط من هذه الفضلات، يتم التخلص منها بطرق سليمة وصحية. وأن نحو 77٪ منها يتم التخلص منها في مقالب مبعثرة تحيط بالمدن.

ولقد أصبحت العديد من المدن الصناعية، تعاني من مشكلة تراكم النواتج الصلبة والتي تعرف "بالمقالب المكشوفة". فهي عند تعرضها للأمطار أو تصل إليها المياه من أي مصدر كان، ولفترة طويلة، فإنها تتحلل وتتسرب إلى التربة، مما يؤدي

إلى تلويث المياه الجوفية. كما قد يتصاعد منها بعض الغازات السامة. وقد يتم التخلص من هذه النفايات، بإلقائها في أقرب مجرى نهري مائي، مثل مجرى نهر النيل في مصر أو نهر الراين في أوروبا مثلاً[1].

ويمكن تصنيف الفضلات الصلبة إلى الأصناف التالية:

أ. الفضلات البلدية الصلبة (Municipal Solid Waste).

ب. الفضلات الصناعية (Industrial Solid Waste).

ج. الفضلات الزراعية (Agricultural Solid Waste).

الفضلات البلدية الصلبة:

وهي المواد المرفوضة الناجمة عن الجمعات السكنية في المدن والبلدات والقرى والدور والمطاعم والفنادق والمحال التجارية.

الفضلات الصناعية الصلبة:

وهي الفضلات التي تنجم عن المنشآت الصناعية سواءً أكانت مادةً خطرة (مثل مخلفات صناعة المتفجرات أو مادة سامة مثل الفضلات الناجمة عن معامل الطلاء الكهربائي)، أو لا خطورة له، ما عدا قابليته على التحلل مثل فضلات الصناعات الغذائية.

الفضلات الزراعية الصلبة:

وهي الفضلات التي تنجم عن الحقول الزراعية، والحدائق المنزلية وحقول تربية الحيوانات النافقة في الشوارع وفضلات الجازر، وأرصفة الشوارع والمواد

(1) Clark, R. B. and Chris, F; and Martin, A; Marine Pollution, Oxford university press, 1998, PP 113-124;

البلاستيكية المستخدمة في وسائل الري، التي أصبحت تشكل مصدراً خطيراً في البيئة لعدم تحللها في التربة.

وإذا ما اعتمدنا التصنيف الموضوعي من قِبَل الجمعية الأمريكية؛ للخدمات العامة (American Public Works Association) على سبيل المثال؛ مع شيء من التعديل المطلوب، لإضفاء الصفة الشمولية؛ فإن تقسيم الفضلات الصلبة حسب نوعيتها ومصدر تولدها يجب أن يكون كما يلي:

1. القمامة المنزلية (Garbage):

وهي الفضلات المتبقية من تحضير الطعام أو من الوجبات الغذائية بكافة أشكالها. وتعتبر الدور والمنازل والمطاعم والفنادق، هي أهم المصادر لهذا النوع من القمامة.

2. النفايات (Rubbish):

وتشمل هذه الفضلات الورق والكارتون والمواد المصنوعة منها، لاسيما علب التعبئة والتغليف والصناديق والبراميل الخشبية، وأغصان الأشجار وفضلات الأخشاب وصناعاتها، والمواد البلاستيكية والمطاطية، يضاف إليها الفضلات غير القابلة للإحتراق، مثل القطع المعدنية والأثاث المعدني والزجاج والأواني والأوعية المعدنية والبراميل المعدنية.

3. فضلات الشوارع (Street Refuse):

وتشمل هذه الفضلات الأتربة وأوراق الأشجار وما شابهها والتي تجمع من شوارع المدينة وأزقتها.

4. المعادن وهياكل السيارات القديمة (Metals & abondoned Vehicle):

وتضم الفضلات كل أنواع الأجزاء المعدنية، مثل مكيفات الهواء والهياكل المعدنية القديمة للسيارات، والشاحنات والجرارات الزراعية وقطع الغيار المستهلكة[1].

5. الفضلات الصناعية (Industrial Waste):

وتشمل جميع المواد المتخلفة عن العمليات الصناعية في المعامل والمصانع. فمنها ذو طبيعة كيماوية، وبعضها يكون سام جداً، والبعض الآخر يكون مواد عضوية مختلفة التركيب أو زيوت نفطية أوصناعية.

6. فضلات الصناعات الغذائية (Wastes of Food Industry):

وتشمل هذه الفضلات مجازر اللحوم والدواجن (مسالخ اللحوم الحمراء والبيضاء). وهي فضلات صلبة تكون غنية بالمواد العضوية القابلة للتحلل مثل بقايا الأجزاء الحيوانية والنباتية. وعلى الرغم من أن نسبة كبيرة منها تستغل في صناعات أخرى بإعادة استخدامها، إلا أن نسبة كبيرة من هذه المواد تبقى غير مستغلة، وتشكل مصدراً للكثير من المشكلات البيئية.

7. فضلات الأعمال الإنشائية (Demolation Wastes):

وهي كل مايتخلف عن عمليات الهدم والبناء، والأعمال الإنشائية ومعاملها من أتربه وطوب أو حجر وقطع إسمنت من المباني المزالة وما شاكل ذلك.

---

(1)Ibid.

8. فضلات متخصصة (Special Wastes):

وتضم هذه الفضلات كل أنواع المواصفات الخاصة، كالسوائل الحارقة والمواد القابلة للإنفجار أو الاشتعال، والمواد ذات النشاط الإشعاعي؛ كفضلات المعاهد العلمية والمشافي، التي تستخدم النظائر المشعّة والفضلات السامة الحاوية على بقايا المبيدات أو حمأة المصانع، التي تستخدم المعادن الثقيلة في الإنتاج. بالإضافة إلى الفضلات الحاوية على المواد الملوثة بالجراثيم المرضية، (كفضلات المشافي وما شابه ذلك. وتعتبر هذه الفضلات هي مواد سامة وخطرة، ولها إجراءات خاصة للسيطرة عليها، وتفادي خطورتها أو سميتها).

وتمر الفضلات الصلبة بعدة مراحل بدءاً من مرحلة تولدها وانتهاءً بالتخلص منها وهي:

أ. مرحلة الخزن (Storage Stage).

ب. مرحلة جمع النفايات والفضلات الصلبة (Collection stage).

ج. مرحلة النقل والتحويل (Transfer and Transport).

أ. مرحلة الخزن: ويتم في هذه المرحلة تهيئة المواد المرفوضة، والمتجمعة في أماكن تواجدها مثل المساكن والفنادق، والمحال التجارية والمعامل والمصانع وما يماثلها، وخزنها بصورة أو بأخرى تمهيداً لنقلها. وتختلف عمليه الخزن والتهيئة وفقاً لنظام الخزن المتبع في ذلك المجتمع المعني بالدراسة.

ب. مرحلة جمع النفايات والفضلات الصلبة: وفي هذه المرحلة، يتم جمع النفايات والفضلات الصلبة من المنازل بواسطة عمال، وبعربات اليد لنقلها إلى مواقع خاصة أو حاويات كبيرة، تقع ضمن كل حي سكني في المدينة. ومنها تنقل بواسطة شاحنات صغيرة نسبياً إلى موقع التجميع المخصص لذلك في كل مدينة، بحيث يتم تهيئة النفايات لنقلها بالشاحنات إلى مواقع الإتلاف النهائي، لها سواءً

كان بالطمر الأرضي أو بالحرق أو بالتدبيل، كما هو جارٍ الآن في دول العالم الثالث. أما في الدول المتقدمة فتقوم بجمعها بواسطة الآليات والطرق الحديثة من قبل شركات خاصة، تشرف على عمليات النظافة في المدن، بأساليب علمية محكمة ومدروسة، بحيث تتلافى كل مخاطرها على البيئة الحضرية.

ج. مرحلة النقل والتحويل: وتتم في هذه المرحلة كبس النفايات بشكل أولي في مواقع التجميع، ثم نقلها بشاحنات كبيرة إلى خارج المدينة، إلى حيث الموقع المخصص للطمر أو الحرق. ويقتضي الوضع أن يكون الموقع المعد لهذه النفايات بعيداً عن المدن والمجمعات السكنية. كما تعتبر سرعة النقل من أهم العوامل الواجب توفرها في هذه المرحلة. وغالباً ما تؤثر الاختناقات المرورية سلباً على انسياب هذه العلمية بالسرعة الممكنة.

التخلص النهائي من الفضلات الصلبة:

وهناك عدة طرق للتخلص النهائي من النفايات والفضلات الصلبة ومنها مايلي:

1. طريقة الطمر الأرضي (Land Filling).
2. طريقة الحرق (Incineration).
3. طريقة التدبيل أو التحويل إلى أسمدة عضوية (Composting).
4. إعادة استخدام النفايات (Waste Recycling).
5. طريقة الإنحلال الحراري (Pyrolysis).
6. طريقة الطمر البحري (Marine Filling).

1. الطمر الارضي:

وتعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق شيوعاً واستخداماً، خاصة في الدول

النامية. وهي طريقة ملائمة للدول ذات المساحة الكبيرة والتعداد السكاني القليل. كما أنها مناسبة لكافة أنواع الفضلات الصلبة الصناعية منها والمنزلية وغيرها. كما أنها تعتبر طريقة غير مكلفة اقتصادياً، بل سهلة الانجاز بباقي الطرق الأخرى.

وتعتمد الطريقة على تجميع الفضلات الصلبة، في حفر أرضية كبيرة، سواءً أكانت حفر طبيعية أم جراء نشاط الإنسان، كالحفر الناجمة عن صناعة الطوب. ويتم من خلال هذه الطريقة نشر المواد المرفوضة، بطبقات ترابية ذات ارتفاع لا يتجاوز 50 سنتمتراً لكل منها، ومن ثم تغطيه كل طبقة منها بطبقات ترابية بنفس الارتفاع، أو أقل من ذلك، وبالتالي ضغطها بالآليات، وإعادة نشر طبقة أخرى من النفايات وهكذا ... إلى أن يتساوى سطحها مع سطح التربة، بحيث لايتجاوز العمق الكلي للطبقات ما بين 4- 5 أمتار.

كما تعرف هذه الطريقة أيضاً بالطمر الصحي الأرضي (Sanitary Land Filling). ومن الأهمية بمكان ترك هذه المواقع بدون أي استخدام أرضي، أو ربما تستخدم كأراضٍ خضراء لمدة لا تقل عن 30 عاماً، بحيث تتفسخ النفايات وتتحلل داخل التربة، مما يؤدي إلى هبوط السطح. وبعد تلك الفترة يمكن استخدامها كملاعب رياضية أو مواقع لتفريغ المنتجات الزراعية أو المواد الإنشائية (طوب، اسمنت، حديد).

هذا وبعد التأكد من تماسك التربة واستقرارها بطريقة علمية ومدروسة، يمكن استخدامها لإقامة منشآتٍ خفيفة عليها، مثل مسقفات تجميع وخزن المواد الكيماوية أو كساحات عامّة لوقوف السيارات وغير ذلك.

وهذا هو الأساس العلمي الذي يجب أن يتبع في هذه الطريقة. إلا أن الممارسات العملية في معظم الدول النامية، تعتمد على تكديس الفضلات الصلبة في الحفر، أو على سطح الأرض وبشكل عشوائي في أغلب الأحيان، ثم تغطية أكداس القمامة والنفايات بطبقة ترابية. وقد يلجأ البعض إلى استخدام الموقع

لإقامة منشآت عليه!؟ مما يؤدي إلى تصدع تلك المنشآت، بسبب هبوط الأرضية في الموقع، ووقوع التخسُّفات في طبقة التربة. وحدوث الكثير من الخسائر الاقتصادية.

2. طريقة الحرق (Inceneration):

تعتبر طريقة الحرق هي الطريقة المثلى، للتخلص من بعض أنواع النفايات مثل نفايات المشافي، ومعاهد البحوث العلمية والطبية، التي تكون ملوثة بالمسببات المرضية. إلا أن أهم معوقات هذه الطريقة خاصة عند تطبيقها؛ هي ارتفاع تكاليف الحرق والتشغيل والاستمرارية، مقارنة بطريقة الطمر الأرضي[1].

وتقوم بعض الدول باستغلال هذه المحارق بشكل مزدوج، لتوليد الطاقة الكهربائية من ناحية، وتعويض التكاليف العالية للحرق من ناحية أخرى. كما أن توجيه الحرارة إلى توليد الكهرباء، يؤدي إلى خفض درجة حرارة الغازات الناجمة، مما يكون له تأثير مفضل في الحد من التلوث الحراري في الهواء مكانيا.

وبذلك يمكن التخلص من العديد من أصناف الفضلات الصلبة، بوساطة الحرق المسيطر عليه في أفران أو محارق خاصة، تتباين في أشكالها وطاقاتها وأحجامها؛ اختلافا كبيراً طبقاً لنوعيه النفايات المعالجة. ويفضل أن يكون الناتج النهائي من المعالجة بالحرق، هو غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء في الظروف المثلى للحرق. هذا بالأضافة إلى الرماد المتبقي من عملية الأحتراق وضرورة التخلص منه أيضاً. وعليه، تعتبر طريقة الحرق وفق بعض المراجع العلمية، بأنها طريقة لتخفيض التكاليف المترتبة على نقل النفايات إلى مواقع الطمر الأرضي، وتقليص حجمها بالدرجة الأساسية،وتقليل المساحات الشاسعه من الأراضي، لكي تكون مواقع للطمر الأرضي للنفايات والفضلات الصلبة.

---

(1)Ibid.

ونتيجة لما ينجم عن عملية الحرق هذه من تلوث، فإن الدول المتقدمه تفرض شروطاً معينة على الشركات المالكة أو المشغلة لهذه المحارق، بحيث يتوجب عليها وضع مرشحات هواء لمعالجة أي غازات ناجمة عن عملية الأحتراق، و تركيب أجهزة مراقبة لتسجيل تراكيز الغازات المنبعثه من المحرقة، بصورة مستمرة. كما يجب على تلك الشركات تقديم تقارير يومية أو شهرية، تتضمن نسبة تركيز كل ملوث غازي انبعث من تلك المحرقة.

كما تمنع منعاً باتاً اللوائح البيئية في معظم دول العالم المتقدم والنامي، حرق المواد البلاستيكية واللدائن، مثل كلوريد الفنيل المتعدد "PVC" والمستخدم بكثرة في التعليب والتغليف للمواد الغذائية وغيرها. لأن هذه المواد تبعث عند احتراقها غاز كلوريد الهيدروجين المخرّش، والذي له أضرار بيئية عديدة، في حين تنبعث من بعض المواد اللدائنية الأخرى مركبات الدايوكسين الكلورية.

3. طريقة التحويل إلى أسمدة عضوية (التدبيل) (COMPOSTING):

وتتلخص هذه الطريقة في إزالة القطع المعدنية والصخرية والزجاج، والمطاط والبلاستيك من النفايات غير الصلبه. كما يتم سحق تلك الفضلات في طاحونه خاصه أو وسائل أخرى مماثله، ثم تتم عملية تهوية الخليط من تلك النفايات العضوية باستمرار، لتوفير الظروف الملائمة لنمو الأحياء المجهرية، وقيامها بدورها لتكسير المواد العضوية المعقده. كما يمكن إضافة بعض المركبات النيتروجينية أو غيرها، بهدف الإسراع بالعملية. إذ تحتاج العملية لعدة أسابيع في اكتمال التحلل واستقرار المركبات العضوية. وبذلك يهبط حجم المواد المسحوقه إلى النصف تقريباً، وفي أثناء هذه تكون الجراثيم المرضية في حالة وجودها قد هلكت. وتكتمل العمليه بإعادة سحق المواد الناتجه مرة أخرى. كما يمكن عزل الدقائق والمكونات، بحسب أحجامها واستعمال كل حجم منها وفق الحاجة.

فالفضلات المنزلية تشتمل على المواد العضوية المعقده، القابلة للتحلل الحيوي بفعل الأحياء الجهرية، إلى مواد أبسط في تركيبها والتي يمكن استخدامها لتحسين قوام التربه، بحيث تمنع تماسك دقائق التربة، وتسهل تغلغل الهواء فيما بينها، كما تسهل اختراق الجذور النباتيه فيها؛ نتيجه لهذه المادة الدبالية التي تنجم عن النفايات العضوية بالمدينة.

4. إعادة استخدام النفايات (Waste Recycling):

تعتبر النفايات والفضلات الصلبه في الدول الأوروبية والولايات المتحده وغيرها من الدول الصناعيه المتقدمة، أنها مورد من الموارد البيئية، يمكن إعادة تصنيعها من جديد واستخدامها. ولذلك فإن التوجهات العالمية حالياً تركز على فرز الفضلات وإعادة كل منها إلى ما يمكن الأستفاده منه، وهو ما يعرف بإعادة الأستعمال كإعادة استخدام قناني الزجاج الفارغه أو علب المياه الغازية مثلاً، وإعادة استخدام الفضلات الورقية والمعدنيه والبلاستيكية والخشبية ونحوها.

وهذه الممارسة لها أصولها ومحاذيرها، فهي قد تكون قديمة وليست جديدة، فبعض الناس من الطبقات الفقيرة خاصة، يبادرون إلى جمع هذه المواد، للأستفاده منها بطرق شتى بدافع الحاجة إليها، إلا أن هذه الممارسة تتم اليوم بطريقه خاطئة، بحيث تصبح مضارها أكثر بكثير من فوائدها، وذلك بسبب تعرض هؤلاء الأفراد، إلى أخطار صحيه عديدة أثناء قيامهم بهذه الممارسه الخاطئة. فقبل الأستعمال يجب التأكد من نظافتها وسلامتها، حتى لا تكون وسيلة لانتشار الأمراض والأوبئه في المجتمع.

5. الانحلال الحراري (pyrolysis):

تعتبر هذه الطريقة أفضل بكثير من الطرق الأخرى، وخاصه طريقة الحرق العادي؛ حيث إنها لا تسبب تلوث الهواء بأي شكل من الأشكال. ويمكن تلخيصها

بأنها عبارة عن عملية تحلل كيماوية بالحرارة العالية، حيث تعامل فيها النفايات تحت درجه حرارة عالية تتراوح ما بين 1000-2000 درجة مئوية، مع غياب الأوكسجين، فيتم خلالها تقطير المواد العضوية إلى غازات معينة، وسوائل يمكن الأستفاده منها أحياناً. ومن ميزات هذه الطريقة، إمكانية تقليص حجم النفايات بما نسبته 90٪ من الحجم الأصلي الكلي لها.

6. الطمر البحري:

وتتلخص هذه الطريقة بالقاء النفايات مباشرة، وبطريقة عشوائية في سواحل البحار والمحيطات. وهي طريقة غير سليمة بيئياً، لما يتمخض عنها من ملوثات بيئية خطره، على الكائنات الحيه نباتيه وحيوانية في تلك السواحل. وبالرغم من خطورة هذه الطريقه على البيئة البحرية، إلا أنه لا يزال هناك دول عديدة من الدول النامية، ذات السواحل البحرية، تتبع هذه الطريقه للتخلص من نفاياتها في الشواطئ البحرية، مما يؤدي لتشويه الصورة الجمالية الطبيعية لها. وما ينجم عن ذلك من عواقب نفسيه واجتماعيه سلبيه لتلك السواحل، التي تعتبر من مناطق الترويح والاستجمام للمجتمع الحضري، خاصه في أيام فصل الصيف الحارة.

وسوف نتناول دراسة القمامة والنفايات في كل من مصر والأردن وفلسطين وهي كايلي:

1. مدينة القاهرة: مدينة القاهرة ذات الـ 20 مليون نسمه عام 2014م، بلغت كمية نفاياتها عام 1882م نحو 72.209 أطنان في العام. ولكنها ارتفعت في عام 1986م إلى نحو 1.104.642طناً بالسنة وفي عام 2014 وصلت لنحو ما يزيد عن سبعة ملايين طن. ويمكن تقسيم المخلفات الصلبة المتراكمة من محافظة القاهرة إلى ما يأتي:

أ. قمامة ناجمة من مخلفات المشافي.

ب. قمامة ناجمة من مخلفات المصانع.

ج. قمامة ناجمة عن المباني ورصف الطرق.

د. مخلفات ناجمة من الأسواق العامة.

هـ. مخلفات ناجمة عن الفنادق.

و. مخلفات ناجمة عن المحال التجاريه والورش الصناعيه.

ز. مخلفات متولدة عن الحدائق والأبنيه.

ح. مخلفات متولدة من الشوارع.

ط. مخلفات متولدة من المساكن.

ي. مخلفات المدارس والمعاهد والجامعات ومراكز البحوث.

2. أما في محافظة الجيزة، فبلغت كمية القمامة عام 1882 نحو 48248 طناً بالسنه، ارتفعت في عام 1986 لنحو 675260 طنا بالعام ثم ارتفعت في عام 2006م لنحو 1.2 مليون طن وفي عام 2014 إلى نحو 4 ملايين طن.

3. أما في محافظة دمياط الرائدة في محاولة التخلص من القمامة، رغم أن بها أكثر من 40 ألف ورشه نجاره، تسببت في رفع متوسط إنتاج الفرد في المحافظة من القمامة إلى نحو كيلو غرام واحد في اليوم، وهو أعلى معدل للقمامة في مصر العربية. وقد اتبعت محافظة دمياط أسلوباً جديداً لتجميع القمامة. حيث لعبت الجهود الذاتيه دوراً مميزاً في إزالة كميات كبيرة من القمامة، إذ صنعت مقطورات منخفضة الأرتفاع، تتسع الواحده منها لنحو طن واحد من النفايات على عجلتين من الكاوتشوك، ويمكن جر أكثر من 20 مقطوره بجرار واحد، يدعى قطار القمامة[1].

---

(1) د. احمد عبد الوهاب عبد الجواد. القمامة، الدار العربية للنشر والتوزيع، 1991، ص20-ص40.

ونتيجة لتزايد نسبة التلوث في مجرى نهر النيل، وتحديد مصادرها لتفادي خطورتها في مياه النيل ومنها:

أ. يمثل مصرف النيل في منطقة أسوان مركز تجمع للمخلفات الآدميه والصناعية والزراعية، كنقطه تلوث خطيره لمياه النهر عند موقع الصرف.

ب. هناك مجموعة من مصانع قصب السكر، وما ينجم عنها من مخلفات هذه المادة الغذائية في كل من كوم امبو ودشنا وقوص ونجع حمادي.

ج. كما أن هناك مصنعين لشركة النيل للزيوت والصابون، وشركة النصر لتجفيف البصل بسوهاج.

د. مصنع الشركة العالمية والصناعيه بأسيوط.

هـ. كما يوجد في منطقة حلوان 32 مصنعاً، منها شركة النصر لصناعة الكوك والكيماويات، وشركة النصر لصناعه السيارات، ومصنع الحديد والصلب ومصنع النسيج ومصانع أخرى كالأسمنت وغيرها.

و. مصنع التقطير والكيماويات بالحوامديه.

ز. كما تتواجد في فرع رشيد بكفر الزيات، المخلفات الناجمة من شركة الملح والصودا المصريه، وشركة كفر الزيات للمبيدات والكيماويات، والشركة الماليه والصناعية للأسمدة.

ح. في فرع دمياط، عند طلخا تتولد مخلفات شركة النصر للأسمدة.[1]

(1) مبروك سعد النجار، تلوث البيئة في مصر، المخاطر والحلول، الهيئة المصريه العامة للكتاب، 1994، ص90- ص100.

وتكمن الخطورة في هذه المصانع والشركات، بالقاء مخلفاتها من النفايات الصلبة والسائلة في مجرى النيل بدون معالجة.

ولتفادي خطورة هذه المخلفات، فإنه ينبغي معالجتها باتباع الطرق السليمه في التخلص منها. ومن أهم هذه الطرق المتبعه لتحقيق ذلك، هي جمعها على أرض مستوية أو دفنها في حفر ردم داخل التربة، أو حرقها في أفران أو خلطها بمواد أخرى، واستخدامها كأسمدة عضوية لتجديد خصوبة تربة النيل، بعد حجز الفيضان السنوي بعد بناء السد العالي والتحكم في مجرى النيل.

ولكل من هذه الطرق إيجابياتها وسلبياتها، ولكن أفضل الطرق المتبعه في الدول المتقدمه وبعض الدول الأقل تقدماً؛ هو إعادة تصنيع هذه النفايات وتصنيفها حسب كل صنف "مثل الزجاج، والأخشاب، والورق، والبلاستيك، والمواد الغذائية، والمواد المتبقيه من المعادن والكتل الأسمنتيه والطوب وغيرها".

ولكن هل تعود عملية تدوير القمامة بفائدة اقتصاديه على المجتمع المصري؟؟

تجيب الدراسات العلمية بهذا الصدد على أن مصر يمكن أن تنتج سنوياً من النفايات نحو 5.3 مليون طن سماد عضوي، يكفي لزراعه 1.5 مليون فدان أي 6 ملايين دونم، ويمكن رفعها إلى نحو 9.2 مليون طن سماد عضوي، تكفي لزراعه نحو 3 ملايين فدان "12 مليون دونم" عام 2016م.

كما يمكن لهذه الكمية من النفايات الصلبة، إنتاج كمية من الحديد تعادل 215 ألف طن، كافيه لتشغيل 30 مصنعاً مثل مصنع الحديد والصلب، وتنتج نحو 244 ألف طن من حديد التسليح، ثمنها يقدر بنحو 98 مليون جنيه مصري بأسعار عام 1994م.

كما يمكن إنتاج كمية من الورق تعادل 1.7 مليون طن، كافيه لتشغيل 100

مصنع مثل مصنع راكتا، يمكنها إنتاج 1.5 مليون طن ورق تقدر قيمتها بأكثر من 12 مليون جنيه، ويمكن أن ترتفع هذه الكمية من الورق عام 2016م لتصل لنحو 3، 6 مليون طن، محققه بذلك مورداً مالياً يساوي 24 مليون جنيه مصري. أما فيما يتعلق بإنتاج الزجاج، فيمكن إنتاج نحو 205 آلاف طن، كافيه لتشغيل 80 مصنعاً يقدر ثمنها بأكثر من 20 مليون جنيه. كما يمكن إنتاج 68 ألف طن من البلاستيك، تكفي لإنشاء ستين مصنعاً لهذه المادة.

هذا بالإضافة إلى إنتاج نحو 238 ألف طن من القماش، يقدر ثمنها بأكثر من 23 مليون جنيه مصري. كما تبلغ كمية نشارة الخشب المنتجة من مدينة دمياط بنحو 18150 طناً بالسنة، تكفي لتشغيل مصنع كامل لإنتاج ألواح الخشب الحبيبي، يقدر ثمنها بأكثر من 54 مليون جنيه.

ويمكن إيجاز الفوائد المستفاده من إعادة تدوير القمامة في مصر فيما يلي:

أ. تحقيق عائد مادي يقدر بنحو 533 مليون جنيه مصري، بالإضافة إلى العائد الصحي والمتمثل في أن وزارة الصحه في مصر، تنفق سنوياً أكثر من 600 مليون جنيه للوقاية من الأمراض، التي تصيب الإنسان والتي ينجم عنها أكثر من 80٪ من تلوث البيئة المصريه.

ب. كما يمكن أن توفر مصر مبلغاً يزيد عن 75 مليون جنيه ثمن أسمدة كيماوية، حيث ستعوض الأسمدة العضوية الناتجة عن تدوير القمامة عن الأسمدة الكيماوية، والتي تعتبر من الناحية الزراعيه أقل فائده من الأسمده العضوية.

ج. تفادي مشكلة التلوث للتربة الزراعيه، بالعناصر وتلويث المصادر المائية بالنيتريت والنيترات والعناصر الثقيله.

د. توفير العمل لنحو ربع مليون عامل، عند تنفيذ عمليات الفرز والتصنيع للنفايات.

هـ. يمكن للدولة المصرية توفير عائد صحي يفوق العائد الاقتصادي بألف مرة، حيث إن المستهدف هو الإنسان المصري، فسوف تقل كثافة الذباب والبعوض والقوارض، والكلاب الضالّة وسينخفض بالتالي عدد حالات المرضى في المشافي، ويقدر هذا بأكثر من 600 مليون جنيه مصري.

وفي عام 1983م، تم تشكيل الهيئه العامة لنظافة وتجميل القاهرة، وكان الأسلوب المتبع قبل هذه الهيئة، هو جمع النفايات والتخلص منها في مقالب متعددة، مكشوفة ومنتشره حول مدينة القاهرة. ثم تطورت العملية شيئاً فشيئاً، خصوصاً بعدما وصلت التراكمات في الشوارع إلى الحد، الذي تؤثر فيه على الصحة العامة. فقامت المحافظات بعمل صناديق يتم تفريغها آلياً، واستخدمت لذلك، سيارات نقل مجهزة بأجهزة كبس متطورة. وتم عمل مقالب عامة مكشوفة في مقالب أبو السعود والدويقة بطريقة غير صحية، مما تمخض عنه تلوث البيئة وانتشار الحرائق في هذه المقالب، وانتشار الحشرات والقوارض.

وفي عام 1983، بدأت الهيئة تنفيذ أسلوب الحملات المركزة، لرفع التراكمات القائمة بالأحياء السكنية، لمواجهة المشكلة. حيث قامت بتنفيذ 3 حملات مركزة بالتعاون مع المعدات الثقيلة من الإنقاذ المركزي.

ويقدر أن ما تنقله الهيئة يومياً من مدينة القاهرة بنحو 6500 طن فقط. وقامت الهيئة العامة بتطوير وحدات النقل، فاستغنت نهائياً عن العربات التي تجرها البغال، واستخدمت بدلاً منها سيارات الجمع الميكانيكية الصغيرة والسريعة

الحركة، التي تمكنها من التجول في الحواري والأزقة، كما دعمت الهيئة أسطول النقل بسيارات جمع ونقل، النفايات سعة 23 ياردة مكعبة تحميل جانبي وخلفي، ومزودة بأجهزة رفع لتفريغ الحاويات، وأجهزة كبس هيدرولوكية. بالإضافة لتزويد الهيئة بسيارات صغيرة سعة 6 ياردات مكعبة، لجمع القمامة من الشوارع الضيقة، يتم تفريغها في شاحنات كبيرة سعة 25 ياردة مكعبة بعد الكبس (تحميل خلفي). كما تم تزويد أسطول النقل بسيارات نقل قلاب لنقل مخلفات المباني والمرافق[1].

القمامة والصرف الصحي في الأردن

نتيجة للتزايد السكاني المطرد في الأردن، و ارتفاع نسبة المهاجرين من الضفة الغربية إلى مدينتي عمان والزرقاء، وما رافقها من ضغط شديد على السكن والمرافق والخدمات، وقلة الإمكانيات المالية لمواجهة هذا الضغط الشديد على المرافق، وخاصة مرفق النفايات الصلبة والصرف الصحي. فقد خصص مقلب للنفايات قرب شركة البيبسي كولا بين مدينتي عمان والرصيفة، واستخدمت طريقة الطمر الأرضي. ولكنها بعد تزايد حجم أكداس الفضلات والنفايات الصلبة، أدى إلى تسرب التلوث إلى المياه الجوفية. وقد وصلت تلك النفايات إلى نحو 1.2 مليون طن بالسنة. بالإضافة إلى تكاثر الحشرات والقوارض، ومطالبة السكان المجاورين لمقلب النفايات بإبعاده عنهم. الأمر الذي دفع الدولة والجهات المعنية في وزارة الحكم المحلي، على إقامة مصنع لإعادة تصنيعها وتدويرها من جديد؛ كمورد من

(1) نفس المرجع السابق، ص40-50.

موارد البيئة الحضرية. كما جلبت أمانه العاصمة سيارات لهذا المرفق، لكبس النفايات وتحميلها آلياً، وتوزيع أكياس النيلون على الأسر المقيمة في الأحياء السكنية، لتجميعها في الحاويات الموضوعة على جوانب الطرق، لرفعها إلى السيارات المعدة لذلك، ثم نقلها إلى مقلب النفايات المذكور. وبعد أن عانت مدينة عمان خلال الثلاثة عقود بين عامي 1950 حتى 1983 من كثرة الحشرات فيها، تمكنت عام 1990 أن تحتل الدرجة الاولى في النظافة بين المدن العربية كلها. وليس على الإرادة مستحيل، حينما تتجه النية بإخلاص وبتعاون الجميع، حكومة وإدارةً و شعباً على التصدي لمثل تلك المعضلات البيئية الخطيرة.

أما فيما يتعلق بتزايد كمية المياه العادمة من العاصمة عمان والزرقاء، فقد بلغت عام 1970 نحو 17 ألف متر مكعب يومياً. وكانت تلقى في مجرى سيل الزرقاء، ولكنها أصبحت أشد خطورة، حينما زادت عام 1995 إلى نحو 160 ألف متر مكعب باليوم. وأقيمت لتنقيتها محطة الخربة السمراء بطاقة 60 ألف متر مكعب باليوم، والباقي كان يدخل لمجرى سيل الزرقاء بدون تنقية، ويتجمع في سد الملك طلال الذي تحول نتيجة لذلك، إلى حفرة امتصاصية؛ الأمر الذي حدا بالمسؤولين والباحثين على إقامة محطة تنقية للشرق من الزرقاء بطاقة 250 ألف متر مكعب يومياً. وبعد المعالجة تنقل بأنابيب اسمنتية مغطاة، لتخضير منطقة الهامش الصحراوي الممتده بين الخربة السمراء شمالاً حتى الديسة جنوباً.

وبذلك أصبح التلوث في سيل الزرقاء، أقل بكثير بنحو 60٪ عما كان عليه الوضع عام 1994، وسوف يقل إلى مادون ذلك، حتى لا يؤثر على الخزان المائي الجوفي في منطقة الأغوار الوسطى والجنوبية. وحماية المزروعات من سمية المواد

القاتلة والمتبقية نتيجة لاستخدام مياه الري الملوثة أو التي تسربت إلى باطن الأرض من السد المذكور.

وحرصاً من الدولة على التصدي لهذه المشكلة، فقد أقامت في كل محافظة من محافظات المملكة، محطة تنقية ميكانيكية للمياه العادمه، بحيث غطت كل المحافظات والمناطق التي تحتاج لمثل هذه المحطات حتى وصل عددها نحو 24 محطة ميكانيكية.

أما مشكلة النفايات في أراضي السلطة الفلسطينية فيمكن تقسيمها إلى:

أ. مشكلة النفايات والفضلات في الضفة الغربية.

ب. مشكلة النفايات والفضلات الصلبة في قطاع غزة.

أ. أما فيما يتعلق بمشكلة النفايات والفضلات الصلبة، في أراضي الضفة الغربية فتشمل مخلفات الورق والكرتون وباقي الوجبات الغذائية والبلاستيك والنفايات الطبية، بالإضافة إلى مخلفات الزجاج والألومنيوم ومواد البناء المختلفة والمعادن. وتتركز معظم هذه النفايات في المدن والبلدات الفلسطينية. أما المخلفات العضوية من زراعيةٍ وحيوانية، فتتركز في معظمها في المناطق الريفية. كما تغطي جمع النفايات نحو 67٪ من إجمالي سكان الضفة الغربية. إلا أن تجميع هذه النفايات يتم بطريقة عشوائية. حيث تتجمع النفايات فوق الأرض، خارج حدود البلديات وعلى جوانب الطرق، وحول الحاويات المخصصة لجمع هذه النفايات والفضلات الصلبة. مما يؤدي لآثار ضارة بالصحة العامة، خاصة بعد حرقها داخل الحاويات وانبعاث الدخان منها وسط الأحياء السكنية.

أما عن عدد مقالب النفايات فقد بلغ نحو 100 مِكَبْ. وأكبر هذه المكبَّات

يقع بالقرب من بلدة أبو ديس على مساحة تقدر بنحو 3000 دونم. وهي تحت الإشراف الإسرائيلي، لخدمة المستعمرات الإسرائيليه المحيطة به.

أما عن كمية النفايات ومعدلاتها عام 1994 واحتمال تزايدها عام2010 في الضفة فيتضح ذلك بالجدول التالي:

جدول رقم (8) كمية النفايات ومعدلاتها في الضفة الغربية بين عامي 1994- 2010م.

الضفة	كمية النفايات الصلبة بالطن يوميا	كمية النفايات الصلبة بالطن سنوياً	حجم النفايات الصلبة بآلاف الأمتار المكعبة سنوياً
1994	600 طن يوميا	219 ألف طن	657 ألف متر مكعب بالسنة
2010	2400 طن يوميا	876 ألف طن سنويا	2.628.000ألف مترمكعب سنوياً

1. ويتضح من الجدول أن كمية النفايات سوف تتضاعف في أراضي الضفة الغربية إلى أربعة أمثال ما كانت عليه عام 1994، بسبب التزايد السكان وشمولية الخدمة لكل المساكن في المدن والبلدات والقرى، بحيث ارتفعت من 600 طن باليوم إلى 2400 طن يومياً عام 2010!!
2. كما ستتضاعف كمية النفايات والفضلات الصبلة من 219 ألف طن بالسنة، إلى نحو 876 ألف طن سنوياً أي إلى نحو ثلاثة أمثال تقريباً.
3. أما حجم النفايات الصلبة في الضفة، فسوف يرتفع من 657 ألف متر مكعب عام 1994م، إلى نحو 2.628000متر مكعب بالسنة.
4. بما أن وزن النفايات الصلبة زاد إلى أربعه أمثال، خلال تلك الفترة وحجمها زاد إلى نحو أربعة أمثال أيضاً، الأمر الذي يقتضي إدارة كفؤة، وتشكيل أسطول من سيارات النظافة الحديثة، كبيرة ومتوسطة، مع حاويات على جوانب الشوارع والساحات العامة والحدائق، وتشكيل فريق من الأيدي العاملة لمتابعة نقل النفايات يومياً وإلقائها في أماكن معدة لذلك.

ب. أما فيما يتعلق بمشكلة النفايات في قطاع غزة، فهي لا تقارن بالأوضاع القائمة في أراضي الضفة الغربية. وبالرغم من ذلك، فإن خدمات هذا المرفق تغطي نسبة أكبر مما في الضفة الغربية، بسبب الكثافة السكانية العالية وضيق الرقعة الأرضية. حيث تتجمع النفايات الصلبة في القطاع في مكبات عشوائية وصغيره. إلا أن هناك مقلبين للنفايات في القطاع، أحدهما يقع في مدينة غزه، والثاني يقع في دير البلح. كما لا زالت مشكلة النفايات الصلبة قائمة في أقصى شمال القطاع وجنوبه.

وبالرغم من ذلك، فهناك مقلب للنفايات والفضلات الصلبة، يقع في شرق مدينة رفح والآخر مخطط له شرقي مدينة غزة.

ويظهر أن كمية النفايات الصلبة في تزايد مطرد في قطاع غزة، كما يتضح من الجدول التالي:

جدول رقم (9)

قطاع غزة	كمية النفايات الصلبة بالطن يومياً	كمية النفايات الصلبة بالطن سنوياً	حجم النفايات الصلبة بآلاف الامتارالمكعبة سنويا
1994	400 طن يوميا	146 ألف طن سنويا	438 ألف متر مكعب سنويا
2010	1500 طن يوميا	548 ألف طن سنويا	1644 ألف متر مكعب سنويا

1. ويتضح من هذا الجدول، أن كمية النفايات الصلبة في القطاع سوف تتضاعف يوميا من 400 طن باليوم، إلى نحو 1500 طن باليوم بين عامي 1994 و2010. بسبب التزايد السكاني وتغطية هذه الخدمة لكل المواطنين المقيمين بالقطاع.
2. كما ستتضاعف كميات الفضلات الصلبة في القطاع، إلى ثلاثة أمثال عام 2010عما كان عليها الوضع في عام 1994، وذلك للسبب ذاته.

3. ويلاحظ أن حجم النفايات الصلبة في القطاع، سوف يرتفع إلى نحو أربعة أمثال الحجم الذي كانت عليه عام 1994م، الأمر الذي يقتضي وضع سياسة لهذا المرفق، بتوفير أسطول من الشاحنات الحديثة، للكبس والشحن مع أعداد كافية من عمال النظافة، والمتابعة المستمرة لهذا المرفق حفاظاً على البيئة المحلية، من تكاثر الحشرات والقوارض والجراثيم الناقلة للأوبئة والأمراض المختلفة.

ويظهر أن كميات الفضلات الصلبة في الضفة الغربية وقطاع غزة، سوف تصل لنمو 1.42 مليون طن عام 2010م. الأمر الذي يزيد من مشكلاتها مستقبلاً، والتي تتمثل في نقص المساحة الأرضية المخصصة لمقالب النفايات، وانبعاث الروائح الكريهة والحشرات، التي تنجذب إلى المقالب الموزعة بطريقة عشوائية وغير صحية، ولا تتفق مع شروط البيئة الصحية. بالإضافة إلى انتشار الدخان المتصاعد لجو المدن بعد احتراق الفضلات، وتسرب المياه الملوثة من النفايات، بعد تحللها للمياه الجوفية والسطحية، بجانب تشويه جمالية البيئة وجاذبيتها.

ويمكن أن يضاف للفضلات الصلبة، في أراض الضفة الغربية انتشار المحاجر وتكسير الصخور، ومقالع حجارة البناء وما ينجم عنها من غبار وتطاير على المناطق السكنية القريبة منها، بجانب مناشير الحجر التي تستخدم المياه، والتي تتلوث بدورها مما يكون له آثار ضارة على المجتمعات المحلية، والمزارع الحيوانية والنباتية وهوائها المحيط. وتوجد عدة محاجر (مقالع) للحجارة وتكسيرها موزعة على بلدات الظاهرية ودورا والدهيشة ويعبد وجيُّوس وقلقيلية. ونتيجة لقرب هذه المقالع من المناطق السكنية، فقد زادت الشكوى مما ينجم عنها من ضجيج للآليات، ومناشير الحجر والغبار المتطاير في الهواء على مدار الساعة، مما ألحق

ويلحق أضراراً كبيره في صحة الإنسان، وتلوث المزارع والتربة، بما يصدر عنها من ملوثات غازية وسائلة وصلبة.

أما في قطاع غزة فالوضع يختلف عن الضفة الغربية، حيث أن عملية تجريف وإزالة الرمال الصفراء الذهبية، من على شواطئ القطاع واستخدامها في المباني وأعمال الإنشاءات الأخرى، فقد أضرّت بما مساحته 5200 دونم من الأراضي الزراعية، أصبحت غير صالحة للزراعة. كما تعتبر هذه الرمال مصفاة طبيعية للمياه العذبة، في الخزان الجوفي للقطاع الذي يعاني الآن، من تزايد نسبة الملوحة.

وقد قدرت كمية الرمال الصفراء المزالة من الشواطئ، بنحو 25 مليون متر مكعب. كما يزيد الطين بلّة تزايد إلقاء النفايات الكيماوية على شواطئ القطاع، في نحو 360 موقعاً، بالإضافة إلى 362 موقعا لاستقبال النفايات المنزلية، على الشاطئ، ونحو 521 موقعاً لتجميع مخلفات حجارة البناء، ومخلفات الإسمنت والحديد والطوب وغيرها.

المقترحات والتوصيات:

1. لا بد من إيجاد إدارة كفؤة لهذا المرفق لتفادي المضار الخطيرة، التي تنجم عن سوء الإدارة و الإهمال، أثناء عمليات التجميع والنقل والاحتراق أو الطمر الأرضي.
2. تحديد مقالب النفايات في مواقع محددة بعد الدراسة العلمية لها. وتفادي مخاطرها البيئية بإشتراك الأجهزة المعنية، مثل البلديات ووزارة البيئة والحكم المحلي ووزارة الزراعة ووزارة المياه والري، بحيث يختار الموقع لهذا المرفق بموافقة ممثلي الوزارات المعنية.
3. توفير وسائل نقل حديثة من سيارات لوري، لكبس النفايات وشحنها إلى مكاب النفايات المعدة، مع توزيع الحاويات في الأحياء السكنية بأحجام

مختلفة، بجانب سلال صغيره معلقة في الحدائق العامة والخاصة، لتجميع مخلفات السجائر وعلب العصير، والحلوى بدلاً من إلقائها في الأماكن البعيدة عن الحاويات الكبيرة.

4. إنشاء مصانع لموارد النفايات العضوية والفضلات الصلبة، لإعادة تصنيعها وتدويرها مرة ثانية للاستخدام من جديد، كتحويل المواد العضوية إلى أسمدة عضوية، وتجديد خصوبة التربة بها، وإعداد صناديق البولستيرين والأخشاب، والكرتون للاستخدامات المختلفة، من مواد البلاستيك المستخدم في الري والمشروبات وغيرها، ومن الورق والأخشاب المستهلكة، مثل تصنيع ألواح الخشب الحبيبي من نشارة الخشب، وإعادة تعقيم وتنظيف زجاجات المياه الغازية والمشروبات وغير ذلك. بحيث تقلل لحد كبير من أن تكون هذه الفضلات الصلبة، وبواقي المواد الغذائية بؤرة ووكر لتكاثر القوارض؛ والحشرات الطائرة والزاحفة والجراثيم وانتقال الأمراض للبيئة، خاصة البيئة الحضرية المزدحمة بالسكان والمساكن.

5. اختيار أماكن مقالع الحجارة والكسارات ومناشير الحجر، في مواقع مدروسة دراسة علمية شاملة، من قبل ممثلي الوزارات المختلفة، كوزارة الحكم المحلي ووزارة البيئة ووزارة الزراعة ووزارة الصناعة ووزارة التخطيط والتعليم العالي، بحيث يقع الاختيار على المكان المناسب والفعال، والبعيد عن المناطق السكنية وإبعاد ملوثاته الغازية والسائلة والسموم الأرضية عن الإنسان والحيوان والنبات.

6. وضع خطة ديناميكية لهذا المرفق، تتمشى مع الزيادة السكانية السنوية، ووضع ميزانية لهذه الخطة، تغطي احتياجات الأيدي العاملة والإدارة الكفوءة لهذا المرفق فتتواءم مع الزيادة السكانية السنوية، ووضع ميزانية لهذه الخطة تغطي احتياجات الأيدي العاملة، والإدارة الكفوءة لهذا المرفق. ودعم

أسطول سيارات النظافة باستمرار، في كل بلدية ودولة من الدول الآنفة الذكر. بحيث تحافظ على جمالية وصحة البيئة والإنسان والحيوان والنبات، لأنها جميعاً حلقه متكاملة مع بعضها البعض.

7. إذا كانت الكميات هائلة من النفايات، كمخلفات الحديد في مصر العربية، والتي يمكن أن تنتج سنوياً، ما معدله 244 ألف طن من حديد التسليح، تقدر بنحو 98 مليون جنيه مصري مثلا، فما من شك أن هذه الفضلات علاوة على كونها مورد من موارد البيئة البشرية، إلا أن إعادة تصنيعها وتجميل البيئة الحضرية، وحمايتها من التلوث والتشويه لا يقدر بثمن!!؟ وهذا يشجع كل الدول التي تعاني مدنها من تلوث القمامة، التوجه لمثل هذا الاستخدام، وحماية بيئتها واستخدام تصنيع فضلاتها من جديد، كما تفعل الدول المتقدمه مثل ألمانيا واليابان والولايات المتحدة.

الفصل العاشر

الموارد الطبيعية مظاهر استنزافها والتخطيط لصيانتها

الفصل العاشر

الموارد الطبيعية مظاهر استنزافها والتخطيط لصيانتها

1. الماء العذب.
2. الهواء.
3. التربة.
4. صيانة التربة.

الفصل العاشر

الموارد الطبيعية مظاهر استنزافها والتخطيط لصيانتها

وتشمل هذه الموارد الماء والهواء والتربة والنبات الطبيعي والحيوانات البرية و البحرية والمحافظة عليها.

الماء العذب[1] :

يتحرك الماء بشكل مستمر بين المحيطات والهواء، والأرض والكائنات الحية، ويوجد في حالات مختلفة هي السائلة والصلبة والغازية، وتعتمد دورة الماء في الطبيعة على عمليات مهمة، تحتوي على عمليات التبخر والنتح، وتكوين السحب ونزول المطر، وحركة الماء على سطح الأرض، واختراقه لطبقات الأرض. ويعتبر عامل التبخر من العوامل المهمة في تحريك كميات هائلة من مياه المحيطات التي تغطي أكثر من ثلاثة أرباع مساحة الكرة الأرضية، وتحريك مياه البحيرات والأنهار والنباتات. كما تختلف نسبة الماء المتبخر إلى الهواء والماء الساقط على سطح الأرض حسب الموقع الجغرافي. وعلى الرغم من كل هذه التحولات تبقى كمية الماء ثابته عبر التاريخ الطويل لهذا الكوكب.

إذ يقدر حجم المياه التي تتبخر يوميا بنحو 875 كيلومتراً مكعباً؛ منها نحو 775 كيلومتراً مكعبا تعود ثانية إلى المسطحات المائية، والباقي 100 كيلو متر مكعب، تحملها الرياح لتسقط فوق اليابسة. هذا بالإضافة إلى نحو 160كم مكعب

(1) المقصود بالماء هنا المياه العذبة ومخاطر استنزافها.

تسقط نتيجة للتبخر الذي يحدث من فوق اليابس ذاته. فتصبح جملة المياه الساقطة على اليابس نحو 260 كم مكعب، ينساب منها إلى المسطحات المائية نحو 100كم مكعب، والباقي 160 كم مكعب، تتبخر لطبقات الجو العليا.

قال تعالى: ﴿ أَوَلَمْ يَرَوْا أَنَّا نَسُوقُ ٱلْمَآءَ إِلَى ٱلْأَرْضِ ٱلْجُرُزِ فَنُخْرِجُ بِهِۦ زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَٰمُهُمْ وَأَنفُسُهُمْ ۖ أَفَلَا يُبْصِرُونَ ﴾ الآية 27 سورة السجدة.

وهكذا تستمر الدورة المائية بشكل دقيق ومتوازن، كما صممت من الخالق سبحانه وتعالى حين قال: ﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ ﴾ صدق الله العظيم[1].

وبالرغم من أن الماء مورد طبيعي متجدد وضخم الكمية في كثير من الأحيان، إلا أنه يتعرض أحياناً لخطر الاستنزاف محلياً وإقليمياً نتيجة للأسباب التالية وهي:

1. عدم انتظام سقوط الأمطار أو انحباسها تماماً يؤثر على موارد المياه العذبة.
2. التزايد المطرد في معدلات الاستهلاك من المياه، نتيجة للتزايد السكاني الهائل، الأمر الذي يؤدي إلى تناقص موارد المياه المتاحة.
3. حدوث التلوث في المياه، والذي يؤدي لفقد المياه لقيمتها وأهميتها كعنصر حيوي وهام في البيئة.

وسوف نتناول كل من هذه البنود بشيء من التفصيل:

1. عدم انتظام سقوط الأمطار أو انحباسها يؤدي لإحداث خلل في النظام البيئي. فقد تعرض الأردن عام 1999 لإنحباس الأمطار عن أراضيه. وحدثت أزمة شديدة في مياه الشرب والري، الأمر الذي دفع الحكومة الأردنية على الاستعانة بتزويد الأردن، بالكميات المطلوبة من سوريا

(1) (شكل 20) دورة الماء في الطبيعة.

الشقيقة. كما أن انحباس الأمطار عن بلدان الساحل الإفريقي بين عامي 1975-68 قد أدت لوقوع كوارث في الزراعة والمراعي وهلاك ملايين من رؤوس الماشية وعشرات الألوف من البشر، وتكررت نفس الحالة في الصومال وكينيا والنيجر عام 2006م.

2. التزايد المطرد في معدلات الاستهلاك مع التزايد السكاني الهائل،خاصة في المدن العاصمية. فقد تعرضت مدينة طوكيو عام 1962 لأزمة في مياه الشرب نتيجة لتزايد سكانها، الأمر الذي دفع السلطات الحكومية إلى البحث عن مصادر جديدة، ونقلها من أماكن بعيدة لسد العجز، وكذلك الحال مع مدينة لوس انجلوس بالولايات المتحدة، أدى الضغط المتزايد على موارد المياه العذبة، إلى جلبها عبر خط أنابيب من نهر أوينز (Owens) شرق سيرانيفادا بمسافة 238 ميلاً. وكذلك الحال بالنسبة لمدينة عمان العاصمة الأردنية، والتي تم نقل المياه العذبة من حوض الديسة على بعد 360 كم للجنوب منها، نتيجة تزايد الطلب على مرفق مياه الشرب، والتصنيع مع تزايد سكانها الذي بلغ عام 2013 أكثر من 3.2 مليون نسمه!.

3. حدوث التلوث في المياه يؤدي لفقد قيمة المياه وفائدتها. ففي هولندا نتيجة لتلوث مياه نهر الراين بالكثير من النفايات والكيماويات، مما جعل استخدام مياهه في استصلاح الأراضي واستزراعها أمراً محفوفا بالمخاطر. وحينما تعرضت محطة التنقية المائية في زي بالسلط عام 1998م بالأردن للتلوث بالمياه العادمة، القادمة من الضفة الغربية، اضطرت الحكومة الأردنية بالأستعاضة عن مياه المحطة المذكورة، بالاستعانه بسحب المياه من حوض اليرموك في سوريا، وبالإعتماد على المياه المعدنية الصحية، حيث تبرعت الإمارات العربية بنحو خمسة ملايين قنينة مياه صحية.

كما صدر في دولة السويد قرار بمنع صيد الأسماك في نحو 40 نهر وبحيرة، بعد أن ثبت تلوث مياهها وأسماكها. وبغض النظر عن كمية مياه الأمطار ودرجة انتظامها، فإنها تتعرض هي الأخرى لنوع من الاستنزاف من خلال سوء استغلالها. إذ أن تركها تنساب من فوق السطح في مجموعة من المجاري المائية، لتنتهي إلى البحار والمحيطات، دون محاولة ضبطها وتخزينها للإنتفاع بها، يعتبر بحد ذاته استنزافاً صارخاً لهذا المورد. والمؤشرات على ذلك كثيرة. إذ لا تزال أنهار العالم تقذف بملايين الأمتار المكعبة من مياهها العذبة في البحار والمحيطات لتذهب هباءً منثوراً. فالأمر يقتضي التخطيط لإقامة العديد من السدود عبر هذه المجاري المائية،كبيرها وصغيرها لتخزين مياهها والاستفادة منها في الوقت المناسب، والموقع المطلوب كما هو الحال في العراق والسودان وسوريا ولبنان والأردن مثلاً.

وما يقال عن المياه السطحية، يندرج أيضاً على موارد المياه الجوفية وتعرضها لخطر النضوب والاستنزاف. إذ أن استغلال هذا المورد دون تخطيط مسبق، بين الحجم المتاح ودرجة تعويضة، وبين المشاريع المستهلكة لهذه المياه، بما يكفل استمرارية عطائها أو إطالة أمدها، يعتبر مظهراً من مظاهر الاستنزاف السريع والمخل في آن واحد. كما قد يكون التركيز على استغلال مورد من موارد المياه، وإهمال باقي الموارد، استنزافاً لهذا المورد المستغل. كما حدث في نضوب المياه الجوفية في وادي فاطمة قرب مدينة جدة، وذلك أثناء السحب الجائر للمياه الجوفية من الوادي، لسد الاحتياجات المنزلية، مما أدى لتجفيف نحو 300 عين مياه عذبة، لم يبق منها سوى عين الخيف[1].

---

(1) د. علي احميدان: دراسة ميدانية لوادي فاطمة، مع طلبة قسم الجغرافية، في كلية العلوم الاجتماعية كمشروع تخرج، عام 1978م.

كما أن التوسع في إنشاء السدود الصغيرة، على مجاري الأودية الجارية والمتقطعة، يسهم لحد كبير في حل معضلة مياه الشرب، خاصة في الدول التي تعاني من هذه المشكلة مثل السعودية، التي أنشأت نحو 17 سداً مثل سد وادي أبها وسد الدرعية وسد وادي جيزان، وسد الجمعة وسد وادي العقدة في حائل وغيرها. وفي الأردن تم إنشاء سد الوحدة على نهر اليرموك بطاقة تخزين تصل في المرحلة الأولى لنحو 250 مليون متر مكعب، وسدود أخرى على أودية الحسا والموجب والهيدان والكرامة ووادي العرب والكفرين وغيرها.

كما أن هناك محاولة أسر الأنهاروتوجيه جريانها نحو المناطق الصالحة للزراعة، كخطوة هامة على طريق الانتفاع بمياهها وصيانتها من خطر الضياع.

فقد بدأت الولايات المتحدة بالتخطيط لمشروع ناوابا (NAWAPA)، وبالتعاون مع الحكومة الكندية لتحويل مياه أنهر فريزر (Frazer) ويوكن وأتاباسكا. وتوجيهها نحو الجنوب، بعكس جريانها عبر نظام محكم من القنوات والأنفاق والخزانات لمواجهة عجز مياه الري في سهول كندا والولايات المتحدة الغربية. ويتوقع أن يوفر هذا المشروع كميات المياه الكافية لري نحو 60 مليون فداناً تقريباً.

كما كان هناك مشروع مماثل يستهدف أسر وتحويل أنهار سيبيريا في الاتحاد السوفييتي ممثلة في أنهار أوبي وينسي ولينا، وجرها إلى صحراء تركستان الروسية حالياً للشرق من بحر قزوين، والتي تعاني من عجز شديد في مياه الري.

كما يقتضي الوضع التخطيط لصيانة موارد المياه، أن يعاد استخدامها في أكثر من مرة. وهذا ما يدعى بالإستخدام المتعدد الوجوه (Multiple Use). ففي بعض الدول المتقدمة، يعاد استخدام بعض مياه الأنهار أكثر من 50 مرة. ولعل مشاريع معالجة مياه الصرف الصحي في الدول المتقدمة، وتسخيرها في الإنتاج الزراعي والصناعي والرعوي، خير دليل على صيانة هذا العنصر الحيوي والهام للحياة.

الهواء:

كثيرا ما يحس سكان المدن والمناطق الصناعية بصفة خاصة، بأثر التلوث الذي يدمع عيونهم، ويؤثر في رئاتهم التي يصيبها السعال وأمراض الجهاز التنفسي. وقد أخذت الملوثات الهوائية في الاطراد السريع في العقود الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين الماضي، نتيجة التوسع في الإنتاج الصناعي الهائل، حتى بلغ سُمك الملوثات قدراً كبيراً، مكونة ستارة مانعة تحول دون وصول أشعة الشمس بكامل قوتها إلى سطح الأرض.

فمثلاً تحجب الملوثات الهوائية نحو 25٪ من أشعة الشمس في مدينة نيويورك، بينما ترتفع النسبة إلى نحو 40٪ في مدينة شيكاغو[1]. وهناك ست ملوثات رئيسة تؤثر على الغلاف الحيوي بما فيها الإنسان وهي:

أ. أول اكسيد الكربون.

ب. ثاني أكسيد الكربون.

ج. الهيدروكربونات.

د. أكاسيد النيتروجين.

هـ. مركبات الكبريت.

و. الجسيمات الصلبة.

أ. أول أكسيد الكربون:

تعد حركة المرور أكبر مصدر لتلوث الغلاف الجوي بهذا الغاز السام. فقد

(1)Branch , C. M. ; Planing Urban Environment, Strouds Burg. Pennsylvania. 1974

وجد أن ألف سيارة تطلق خلال العام الواحد نحو 1.450.000 كغم (1450 طناً) سنوياً تنطلق من هذا الغاز القاتل.

وهذا يعني أن كمية الغاز التي تنطلق من 1000 سيارة، تعادل نحو أربعة أطنان يوميا، وهذا رقم مخيف ومفزع. كما ينتج هذا الغاز من استخدام مواقد الفحم.

ولهذا ينصح بعدم استعمال هذه المواقد والنوافذ مغلقة،حتى لا تؤدي للإختناق. كما تبين من دراسة عملية أجريت من قبل إدارة حماية البيئة بالكويت، أن ما تنفثه السيارات من هذا الغاز فيها يقدر بنحو 8400 طن سنوياً. في حين تنفث الطائرات في مطار الكويت الدولي أكثر من 3500 طن. أما حرق الوقود في منطقة التقطير بالشويخ، فيصدر عنها نحو 136 طن من أول أكسيد الكربون.

كما أشارت الدراسات التي قام بها مجموعة من الأطباء، أن نسبة تركيز غاز أول أكسيد الكربون الموجود في عوادم السيارات، تصل إلى نحو 66٪ وفي السجائر إلى مابين 20-80 جزء في المليون.

وتكمن خطورة هذا الغاز القاتل في عدم الاحساس به في الوقت المناسب. حيث يتحد مع خضاب الدم (مادة الهيموجلوبين) (Hemoglobin) بشراهة شديده جداً!!!. ومن المعروف أن إحدى مهام خضاب الدم هي التقاط الأكسجين ثم نقله إلى جميع انحاء الجسم. وعندما يختلط أول أكسيد الكربون بدم الإنسان، يحدث صراع بينه وبين الأكسجين لأجل احتلال المكان الموجود في خضاب الدم. ونتيجة لقدرة هذا الغاز القاتل التي تفوق قدرة الأكسجين بنحو 300 مرة، لاحتلال المكان في خضاب الدم، تأخذ كمية الأكسجين في التناقص تدريجياً في الدم، بشكل لا تفي بحاجة الجسم الضرورية منه، مما يؤدي لنقص الأكسجين وزيادة ضخ القلب للدم، وبالتالي إجهاد عضلات القلب وزيادة معدل النبض وضيق التنفس وتصلب في الشرايين فالوفاة.

ومن الجدير بالذكر، أن نسبة هذا الغاز، قد بلغت في بعض شوارع نيويورك نحو 100 جزء في المليون للمتر المكعب، من الهواء وفي باريس ولندن وصلت نسبته إلى نحو 300 جزء في المليون في بعض الشوارع الضيقة، التي تعج بحركة السير. كما لا يستطيع النبات حتى امتصاص هذا الغاز السام، الأمر الذي يؤدي إلى استمرارية وجوده في الهواء طويلاً. كما يؤدي استنشاق سائقي السيارات لهذا الغاز لوقوع الحوادث. وقد ثبت ذلك أن هذا الغاز يؤدي لفقدان السائق لوعيه أو ضعف تركيزه في القيادة.

ويمكن تفسير ذلك، إلى عيوب في جهاز عادم السيارة (مثل تسرب الغاز من أنبوب العادم أو وجود ثقب في كاتم الصوت أو وجود أنبوب غير محكم أو طوق تالف).

ويمكن أن يؤدي أي من هذه العيوب، إلى تسرب الأبخرة داخل السيارة، بدلاً من دفعها إلى نهاية أنبوبة العادم، لكي تنطلق في الهواء.

وعليه، ينصح دائماً بتفقُّد جهاز عادم السيارة بانتظام، وفتح نافذة السيارة أثناء قيادتها في طريق مزدحم بالسيارات، التي تسير ببطء وإيقاف المحرك، والخروج من السيارة عند الشعور بالرغبة في النعاس.

ب. ثاني أكسيد الكربون:

أما ثاني أكسيد الكربون، فبالرغم من أن كميته في الطبيعة قد زادت في القرن العشرين الماضي، من 250 جزء في المليون عام 1958 إلى نحو 500 جزء في المليون عام 2014م، حيث يتزايد بمعدل 0.4٪ سنوياً. ومن المتوقع أن يزداد تركيزه في الهواء إلى نحو 30٪ خلال الخمسة عقود القادمة! وسوف يكون لذلك تأثيرات سلبية على المناخ ودرجة الحرارة في العالم.

ويعزى سبب زيادته، إلى التوسع الهائل في حرق أنواع الوقود الأحفوري، من

البترول والغاز الطبيعي والفحم الحجري والأخشاب، وإلى إزالة مساحات شاسعة من الغابات، بهدف استغلالها في الزراعات التقليدية.

ومن خصائص هذا الغاز، أنه يذوب في مياه الأمطار، مكوناً حامض الكربونيك، حيث يتسبب في تلف المباني والمنشآت الحجرية والمعدنية. كما أن جزءاً منه، يرتد إلى المسطحات المائية، مكوناً البيكربونات، التي يتكون منها بعض كربونات الكالسيوم (الجير) والذي يتراكم في قيعان البحار والمحيطات، وهو غاز سام بوجه عام[1].

وتكمن خطورة هذا الغاز في امتصاص الأشعة الحرارية ذات الموجات الطويلة، كالأشعة تحت الحمراء، مع وجود تزايد بخار الماء، الأمر الذي يؤدي لتكوين ما يعرف بالدفيئة الجوية، أو البيوت الزجاجية للنباتات (The green House effect) فترتفع حرارة سطح الأرض أكثر مما هو كائن، الأمر الذي سوف يترتب عليه نتائج جدُ خطيرة،على البيئة الطبيعية كذوبان الجليد وارتفاع مستوى مياه البحار والمحيطات في العالم[2] وإغراق دالات الأنهار الكبرى في العالم.

ج. الهيدروكربونات:

وهي عبارة عن مركبات عضوية، تتكون من اتحاد عنصري الهيدروجين والكربون بصفة جوهرية، مثل غاز الميثان وغاز الإيثان.

ويعتبر مركب البنزوبيرين (Benzoperene) من أكثر المركبات الهيدروكربونية ضرراً، حيث يتشكل هذا الغاز الخطير، من احتراق الوقود، ومن

(1) د. سامح غرايبة ويحيى فرحان، العلوم البيئية عمان، 1987م ص81-152.

(2)Burton, I. and Kates, R. W. and white, G. F; The Environment as Hazard, London, 1993, PP. 256-263;

الغاز المستخدم في سفلتة الطرق وسطوح المباني، ومن اشتعال الزيوت البترولية وصناعة المطاط. كما يوجد في دخان السجائر والتبغ. وهو من أخطر الملوثات المسببة للسرطان. كما تعتبر الهيدروكربونات العنصر الأساس في تكوين ظاهرة الضبخية (الضبخان الكيماوي) فوق المدن والقلاع الصناعية في الدول الأوروبية والولايات المتحدة واليابان.

د. اكاسيد النيتروجين:

وتعد أكاسيد النيتروجين من الملوثات الشديدة الخطورة. ويعتبر مصدرها الرئيس في الهواء هو احتراق وقود السيارات. ومن أشهر الأكاسيد لهذا الغاز هو أكسيد النتريك وثاني أكسيد النيتروجين. وله تأثير سيئ للغاية. فالغاز الأول يعتبر شديد السمية ومهيج للأنسجة المخاطية، إذا كان موجوداً بنسبة ضئيلة في الهواء. أما الثاني فمضارّه تتمثل في أمراض الرئة، وإزالة ألوان المنشات، والتقليل من مدى الرؤية، وحجب الضوء إلى حد ما. وإعاقة نمو النباتات وسقوط أوراقها وأزهارها وبراعمها. كما أنه يتسبب في حدوث الضباب الدخاني (الضبخان) كحادثة لندن عام 1952 التي توفي فيها نحو أربعة آلاف شخص.

هـ. مركبات الكبريت:

وتتمثل هذه المركبات في غاز ثاني أكسيد الكبريت وثالث أكسيد الكبريت، وحامض الكبريتوز وحامض الكبريتيك وكبريتيد الهيدروجين. وتنتج هذه الغازات السامة من عمليات احتراق الفحم والبترول ومشتقاته المختلفة، سواءً من المصافي النفطية أو عوادم السيارات والمدافئ في البيوت. حيث يؤثر ثاني أكسيد الكبريت على العيون، والأغشية المخاطية والأجزاء الرطبة من الجلد. كما أنه ذو تأثير خاص

في الصدور، ومثير للسعال ومسبب للحساسية. ويزيد من معدلات الربو الحاد والمزمن، والالتهاب الرئوي وانتفاخ الرئة ...الخ[1].

كما يتحول ثاني أكسيد الكبريت إلى غاز ثالث أكسيد الكبريت، ويتحول الغاز الأخير في وجود الرطوبة الجوية إلى حامض الكبريتيك الذي يسبب أضراراً للجهاز التنفسي وللأنسجة الحية الأخرى. أما حامض الكبريتيك وكبريتيد الهيدروجين، فهما المكونان الرئيسان لما يسمى بالأمطار الحمضية، ذات التأثير السلبي على النباتات، والأسماك في البحيرات، كما حدث في السويد. كما أن لثاني أكسيد الكبريت آثاراً ضاره على خضرة الأشجار والنباتات[2].

و. الجسيمات الصلبة:

وتشمل ذرات الغبار المتطاير والأدخنة، والضباب والهباب وأتربة الإسمنت والمحاجر. وتؤدي هذه الجسيمات إلى تقليل كمية الإشعاع الشمسي، الذي تصل إلى سطح الأرض، كما تؤثر في نمو النباتات، وفي إنضاج المحاصيل. كما أنها تقلل من كفاءة عملية التمثيل الضوئي، فضلاً عن أنها تتسبب في حدوث مشكلات صحية، في الجهاز التنفسي للإنسان والحيوان على حدّ سواء.

وخير وسيلة لحماية غلافنا الجوي من التلوث، هي ضبط مصادر الملوثات الهوائية. والوصول بها إلى الحد الآمن. وذلك بإستعمال أجهزة تنقية وتجمع الغازات والجسيمات، التي تخرج من المداخن ومحاولة الاستفادة منها، ومعالجتها وإعادة استخدامها. والعمل على تطوير مصادر الطاقة النظيفة وتطوير تقنية صناعة

---

(1) Moor, J.W.et.al; OP. cit.

(2)Card, H; Stages of Technology and their impact upon the Physical Environment, A Basic Problem in cultural geography, 1964, PP. 60-120;

السيارات. واستخدام بدائل أقل تلويثاً من بنزين السيارات (الجازولين) المستخدم كوقود فيها للمحركات.

وقد قامت الولايات المتحدة بإستخدام الديزل الحيوي (البيولوجي)، حيث يخرج بما نسبته 20٪ من زيوت نباتيه، كنبات الصويا مع نحو 80٪ من الديزل العادي، ليخفض نسبة الغازات الناجمة إلى مادون 1٪ أي لا شيء يذكر.

وقد تبين من الدراسة العلمية بهذا الصدد، أن هكتاراً واحداً من فول الصويا يستطيع تسيير حافلة لمسافة 400 كم. (الاذاعة الأردنية في 19/ 2/ 1995م).

هذا بالإضافة إلى التوسع في زراعة الأشجار والشجيرات، وتوسيع البساط الأخضر داخل المدن، وعلى الطرقات الرئيسة وشوارع المدن، والحدائق العامة والخاصة والحدائق المنزلية، والأحزمة الخضراء حول المدن والبلدات، لتكون كرئات خضراء، تعطي الأكسجين وتقلل لحد كبير من هذه السمية الجوية القاتلة.

التربة:

ويمكن معالجة النقاط التالية التي تتعلق بالتربة كمورد طبيعي في البيئة وهي:

أ. أهمية التربة.

ب. مسح التربة.

ج. انجراف التربة.

د. إجهاد التربة.

هـ. تملح التربة.

و. نقص التهوية في التربة.

ز. تسمم التربة بالمبيدات.

ح. صيانة التربة.

أ. أهمية التربة:

لا تقل التربة كمورد طبيعي وحيوي، في البيئة عن مورد المياه أهمية. بل لولا وجودها لما كان هناك غطاء نباتي بأشكاله المختلفة، من غابية إلى عشبية إلى

حشائشية فأشواك متناثرة. لقد سخرها الرحمن سبحانه وتعالى، كنتاج طبيعي من الصخور الأصلية أو المواد المنقولة، بفعل الرياح والمياه والجليد، وما اختلط في نسيجهامن بقايا نباتية وحيوانية إِنسانية وكائنات مجهرية دقيقة، تجعلها حاضنة لجذور النباتات؛ بل هي الوسط الذي يؤمن البذور بالدفء والرطوبة والهواء والغذاء.

فالتربة كانت وستظل صانعة لكل أنواع الحياة، على سطح هذا الكوكب الجميل، بداية ونهاية لكل دورة من دورات الحياة. أي أنها العروة التي لا تنفصم عراها بين عالم الجماد وعالم الأحياء. إنها بمثابة معمل كيميائي ضخم. تؤلف فيه وباستمرار جميع أنواع المركبات، عضوية كانت أم غير عضوية. أو تتحلل أوتتغير مركبات أخرى، تستخلصها النباتات وتعيد إِثمارها بمواد أخرى؛ أو تعود مرة ثانية إلى الرصيد العام، من خلال النباتات والحيوانات والإنسان، لتتسلمها كيمياء التربة؛ وتحولها من جديد طعاماً لنباتات جديدة ولأناس جدد.

ومن هنا تبرز أهمية التربة كمورد طبيعي، وضرورة صيانتها وحمايتها؛ وتجديد شبابها بصفة مستمرة. فهي ليست مجرد خليط من فتات الصخور، نشأ بفعل العوامل الطبيعية على مدى آلاف السنوات في عمليات بطيئة جداً، بل إنها تموج بالحياه، بما فيها من صنوفها المتنوعة. ولولاها لما كانت هناك اللبنة الأولى للعملية الزراعية في العالم.

وقد بينت الدراسات العلمية التي أجريت بهذا الصدد، أن هكتاراً واحداً من التربة الجيدة في المناطق المعتدلة، قد يحوي في داخله ما لا يقل عن 300 مليون من

اللافقاريات الصغيرة كالديدان والحشرات ((30 مليـون في الـدونم الواحـد))؛ أمـا الكائنات الدقيقة فأعدادها بالمليارات[1]!!؟؟

فلو قبضت في كفك نحو 30 غراما من التربة، فقـد يكـون فيهـا نحـو مليـون واحد من أحد أصناف البكتيريا، ونحو 100 ألف من خلايا الخميرة، ونحو 50 ألف قطعة من خيوط الفطريات[2]، حيث تقوم هذه الجيوش الهائلة من الكائنات الحيـة، داخل نسيج التربة، بتحويل مركبات النيتروجين والفسـفور والكبريـت، إلى صـور يستفيد منها النبات. كما تتكون مادة الدبال (Humus) بفعل تحلل مخلفات النبـات والحيوان. وهذا يعد من أهم عوامل خصوبة التربة على الإطلاق. وتتفاوت نوعيـة التربة في البيئات العالمية المختلفة ميكانيكياً وكيماوياً[3] وفي درجـة انحـدارها. وقـد صنفت بعض الدول ترباتها إلى رتب مختلفة. فالولايات المتحـدة صـنفتها إلى سـت رتب الأولى والثانية، تعتبر من أصلح أنواع الترب. أما الرتبة الثالثة فهي وإن كانت صالحة للزرعة، إلا أنها تحتاج إلى بعض الجهد، حيث تتراوح درجة انحدارها ما بين 6- 10 درجات مما يؤدي لتنشيط عملية التعرية[4]. أمـا الرتبـة الرابعـة والخامسـة، فهما لا يصلحان للزراعة، إلا بعد جهد معين، وصيانة خاصة والتركيز على زراعة المحاصيل الشجرية.

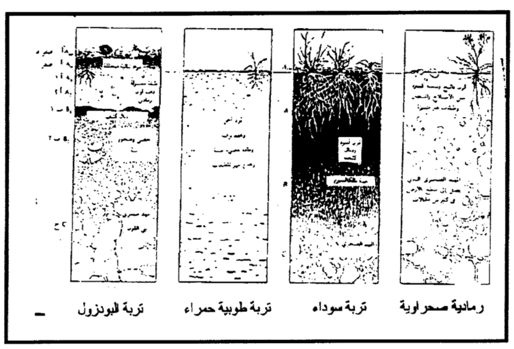
---

(1)Simmons , I. ; The Ecology of Natural Resources, Edward Arnold, London, 1985, PP 25-61;

(2) شكل يوضح الكائنات الجهرية وديدان التربة داخل نسيج التربة.

(3)Stalling, J . H ; Soil conservation, Prentince – Hall, INC Englewood ciffs, N. Y. 1976, . PP 156-206.

(4) شكل 21.



شكل (21): يوضح رسوم تفصيلية لأربعة قطاعات من التربة الرمادية الصحراوية والتربة السوداء والتربة الطوبية الحمراء وتربة البودزول

أما الرتبة السادسة، فهي غير صالحة للزراعة، وإنما تصلح للرعي والغابات.

أما انجلترا فقد صنفت ترباتها إلى ثلاث مجموعات كبيرة مميزه هي:

أ. تربة جيدة (Good Soil).

ب. تربة متوسطة الجودة (Medium Soil).

ج. تربة فقيرة الجودة (Poor Soil).

وكل رتبة منها تقسم إلى عشر رتب فرعية.

وما من شك في أن تصنيف التربة أمر على غاية من الأهمية، لمسح استخدام التربة وتحديد التربة الأنسب في أراضي الدوله للاستخدام الأمثل.

ب) مسح التربة (Soil Servey):

تعتبر عملية مسح التربة على غاية من الأهمية، لمواجهة المشكلات العديدة التي تتعرض لها التربة. فالتربات الزراعية ضمن أراضي الدولة، كان لا بد من

معرفة نوعية كل تربه على حدة، وخصائصها وسمكها وقطاعها الرأسي، وبالتالي تحديد رتبتها، حتى نتمكن من وضع الخطط الكفيلة لحماية التربة وصيانتها. واختيار المحصول المناسب لكل رتبة على حدة، بحيث لا يكون التخطيط الشامل لهذا المورد، متعارضاً مع إمكانيات التربة. فالتربات الرقيقة مثلاً يجب أن تعامل بمزيد من الرعاية والاهتمام، حتى نتلافى خطورة الانجراف لها. ويكون التركيز فيها، منصباً على زراعة نباتات المراعي الحامية للتربة أو المحاصيل المثبته لها.

أما في تربة المنحدرات الجبلية، فينصب الاهتمام نحو زراعة الأشجار المثمرة وغير المثمرة. كما يرشدنا المسح هذا إلى معرفة كمية ونوعية الأسمدة، التي تضاف إلى نسيج التربة ونوعيتها حسب خصائصها.

ج. انجراف التربة أو تذريتها (Soil Deflation)

تتعرض التربة على سفوح الجبال للانجراف، عقب سقوط الأمطار الغزيرة، ولمعالجة هذه المشكلة يفضل اتباع أسلوب الزراعة الكنتورية، التي تتجه فيها الحراثة اتجاهاً أفقيا من حول المنحدرات أو مع خط الكنتور، حتى تحتفظ بأكبر قدر من المياه الساقطة، فتجرف في طريقها المنحدر معظم الطبقة العلوية من التربة. وكانت الولايات المتحدة من أسبق الدول، تطبيقا لهذا الأسلوب، ثم انتشرت منها إلى بقية دول العالم الأخرى.

ولأهمية هذا النمط في مقاومة الانجراف، أصبح هناك شعار صيانة التربة في جنوب إفريقية مثلاً: "أحرث مع الكنتور- وازرع مع الكنتور وأروِ مع الكنتور- إذا اردت أن يرث أبناؤك مزرعتك من بعدك".

هذا ويعتبر أسلوب زراعة المصاطب أو المدرجات (Terracing) الزراعية أسلوباً سليماً لحماية التربات الزراعية، وصيانتها من الإنجراف على سفوح الجبال.

وقد عرف هذا الأسلوب قديماً في جنوب شرق آسيا، حيث توجد مدرجات زراعة الأرز مثل اليابان.

ومهما تكن الوسائل الكنتورية المتبعة والمدرجات، فإن الوضع يقتضي ملاحظتها بصفة مستمرة، وخاصة عند أطراف المدرجات، أو حين تنصرف المياه الزائدة حتى لا تتعرض التربة للإنجراف من جديد وتفسد كل خير تحقق.

أما عملية تذرية التربة، فينشط عملها بشكل بارز في أراضي السهول المكشوفة، والخالية من الأشجار، مثل سهول البراري الجنوبية بالولايات المتحدة. ومن العوامل التي تساعد على صيانة التربة من خطر التذرية الهوائية، هو توفير مياه الري وتوسيع الرقعة الزراعية في ظل الظروف الجافة. وقد خاض الاتحاد السوفييتي في السابق تجربة رائدة في هذا المجال، بهدف صيانة تربات السهول في وسط شمال آسيا. حيث قام بغرس الأشجار في مناطق سهوبية تخلو من الأشجار، ومحاولة تحويل روافد بعض الأنهار الكبيرة، التي تصب في المحيط المتجمد الشمالي، إلى هذه السهوب واستخدامها في ري تلك الأراضي. كما يمكن حماية التربة من التذرية الهوائية أو خطر الإطماء بالرمال، من خلال بناء مصدات الرياح (WindBreaker) أو إيجاد أشرطة واقية (Shelter Belts) من حول المشاريع الزراعية.

وتتكون هذه المصدات الواقية، من أسيجة من الأشجار العالية، كثيرة الأوراق في عدة صفوف "قد تصل إلى عشرة صفوف" لتقليل سرعة الرياح العاصفة، وبالتالي تقليل خطر التذرية الهوائية. هذا بالإضافة إلى إبقاء بقايا النباتات وأوراق الأشجار فوق التربة، لحمايتها من خطر الانجراف والتذرية. ويمكن اتباع هذه الطريقة في إقليم سهول الأزرق الوسطى، ومنطقة سهوب الهامش الصحراوي في البادية الأردنية، وسهول الإحساء المحيطة بالمدينة، والتي تتعرض للتذرية الشديدة لخلوها من الغطاء النباتي. وذلك بزراعتها بمختلف أنواع النباتات من أشجار النخيل المثمرة والأشجار الحرجية، فشجيرات رعوية فأعشاب السهوب المحلية،

ونباتات الأعلاف الملائمة لتثبيت التربة، أمام عوامل التعرية السطحية المدمرة لطبقتها العلوية.

بوصتين وتنشط فيه البكتيريا والفطريات والحيوانات التي تساهم في تفتيت المادة العضوية وتحويلها إلى دبال اسود قاتم اللون وإلى الأسفل يوجد النطاق الثانوي (أ1) الاسود القاتم اللون والغني بالمواد المعدنية والعضوية، يليه النطاق الثانوي (أ2) الأقل سواداً والذي يحتوي على كمية قليلة من الدبال. وبعد ذلك يوجد النطاق الثانوي (أ3) وهو عبارة عن نطاق ثانوي انتقالي من (أ) إلى (ب)

أوراق مفككة وبقايا عضوية متحللة	أ-صفر صفر	A00
مواد عضوية متحللة جزئياً أو كلياً	أ-صفر	A0
نطاق اسود اللون غني بالمواد العضوية الدبالية	أ1	A1
نطاق معادن فاتحة اللون كثير الرغويات	أ2	A2
نطاق انتقالي إلى النطاق B ب	أ3	A3
نطاق انتقالي إلى النطاق A أ	ب1	B1
نطاق اسود كثير الرغويات	ب2	B2
نطاق انتقالي إلى النطاق Cج	ب3	B3
نطاق الصخور المفتتة-المهد الصخري	ج	C
نطاق المهد الصخري غير المفتت	د	D

قطاع نموذجي للتربة، تتميز فيه النطاقات العديدة، وتوجد هذه التربة في الغابات الرطبة المعتدلة الباردة.

شكل رقم (22): قطاعا راسياً نموذجيا للتربة، تتميز فيه النطاقات العديدة، وتوجد هذه التربة في الغابات الرطبة المعتدلة الباردة

د. إجهاد التربة:

مامن شك أن عملية إجهاد التربة، تعد سببا من أسباب استنزافها، الأمر الذي يقتضي اتباع طرق حماية التربة من خطر الإجهاد. ويأتي في مقدمة هذه الطرق اتباع دورات زراعية سليمة، تتعاقب فيها المحاصيل ما بين المجهدة (Soil Depleting crops)- ومحاصيل مخصبة (Soil Building crops)؛ حتى لا

يستمر محصول واحد في زراعتها لعدة سنوات متتالية. وربما يكون هذا المحصول مجهداً لتلك التربة. ولما كانت الزراعة تعد نمطاً من تعدين التربة- (Mining the soil)، فإنّ الأمر يقتضي استمرار تعويض التربة عما تفقده من مواد عضوية ومعدنية، عن طريق إضافة المخصبات العضوية والكيماوية أو المخصبات الخضراء (Green Manure).

ويقصد بالمخصبات الخضراء، زراعة محاصيل مخصبة للتربة كالبرسيم والبقوليات، والتي تمتلك جذورها عقداً بكتيرية، تقوم بإمتصاص النيتروجين من الهواء وتثبيته في التربة. ويفضّل أن يتم التسميد بالمخصبات العضوية والكيماوية معاً. حيث تحتوي الأسمدة العضوية على النيتروجين والفسفور والبوتاس والكبريت. كما أنها تساعد التربة على الاحتفاظ بالمياه بنسبة تبلغ 66.3٪؛ بينما التربة المخصبة بالأسمدة الكيماوية، تحتفظ بنحو 47٪ فقط. ولكن ميزة الأسمدة الكيماوية، أنها أكثر تركيزاً وأسرع تأثيراً في النمو النباتي.

هـ. زيادة ملوحة التربة (تملح التربة):

وتمثل الملوحة في نسيج التربة، إحدى المشكلات الرئيسة التي تواجهها الترب القائمة على الري بوجه الخصوص، مما يجعلها سبباً مباشراً من أسباب استنزاف التربة. حيث تتحول تحت وطأة الملوحة، إلى أرض سَبخيّة غير منتجة نتيجة التأثير السام للملوحة على النباتات المزروعة. ويصبح من الأهمية بمكان التخطيط لصيانة التربة من خطر تزايد الأملاح، لتلافي استنزاف التربة. ولما كان تملح التربة ينجم أساساً عن سوء استخدام مياه الري وقلة وسائل الصرف، فإن الوضع يقتضي العمل على تقنين مياه الري، وترشيدها، لنتفادى زيادة حجم المياه المتسربة إلى ما تحت التربة من ناحية، ونصون بذلك موارد المياه من ناحية أخرى.

ويتضمن التقنين وضع جداول رقمية، تحدد حاجة كل نبات من موارد

المياه،في ظروف البيئات المختلفة، من حيث نوعية التربة ودرجة الحرارة. ويمتد التقنين أيضا ليشمل استخدام أساليب الري المتطورة، والمتمثلة في أساليب الري بالتنقيط أو بالنشع أو بالرش أو بالغمر.

هذا بالإضافة إلى الاهتمام بمشاريع الصرف، التي تخلص التربة بصفة مستمرة من المياه الزائدة، وبالتالي تمنع ارتفاع مستوى المياه الباطنية وتقليل ظاهرة الخاصية الشعرية (Capillary)، والتي تعتبر مسؤولة مسؤولية مباشرة عن تملح الترب الزراعية القائمة على الري.

وقد لجأت بعض الدول التي تعاني من هذه المشكلة، كما هو الحال في العراق وسوريا ومصر وباكستان، حيث قامت بإنشاء شبكة من المصارف للحد من هذه المشكلة.

فمثلاً في مصر، قامت الجهات المعنية، بإنشاء شبكة من قنوات الصرف المكشوفة، وخاصة في شمال الدلتا، حيث الانحدار بطيء جداً، والصرف الطبيعي قليل جداً. وكما كانت المصارف المكشوفة تتعرض من خطر الإطماء، مما يعيقها عن أداء دورها المطلوب، فقد لجأت مؤخراً بالتعاون مع البنك الدولي للإنشاء والتعمير، إلى إنشاء شبكة من المصارف المغطاة لأكثر من مليون فدان، لضمان أداء دورها بكفاءة عالية.

كما أن البحث عن استنباط سلالات نباتية قادرة على النمو في التُّرب الملحية، مثل السمار والكوخيا والقطن، والباذنجان والبندورة والشمندر السكري، والقطف يمثل خطوة هامة لصيانة التربة المروية من تزايد الملوحة في نسيجها.

و. نقص التهوية في التربة:

إذا كانت مشكلة نقص التهوية (Aeration) تعتبر من مشكلات التربة المروية، فإن الأمر يقتضي العمل على إعادة بناء التربة، بإضافة بعض الرمال

لتفكيك التربة الثقيلة، أو زراعة المحاصيل النجيليَّة، أو ترك مخلفات النبات على سطح التربة وحرثها معها. وما من شك في أن هذا الأسلوب يحميها من التصلب من خلال زيادة مساميَّتها (Soil Porosity)، ويكون إضافة الجير لتحلية الترب الحمضية، صيانة لها. حيث يقوم الجير بمنع التأثير السام للأحماض على أنسجة النباتات.

ز. تسمم التربة بالمبيدات:

وبالرغم من تعرض التربة للانجراف، بفعل عوامل التعرية السطحية أو إجهادها؛ بزراعة المحصول الواحد دون إضافة الأسمدة إليها، أو إغراقها بمياه الري ونقص التهوية فيها، وارتفاع نسبة التملح فيها، حينما لا تتوفر قنوات الصرف بجانب قنوات الري، وتحديد كميات المياه اللازمة لكل محصول على حدة، حسب الظروف المناخية ونوعية التربة، إلا أن هناك خطراً أشد على هذا المورد الحيوي والطبيعي، وهو التوسع في استخدام مبيدات الأعشاب، في العقود الأربعة الأخيرة من القرن العشرين الماضي. وذلك كبديل عن الآلات الزراعية والأيدي العاملة، الأمر الذي أدىً لارتفاع معدل استعمال هذه المبيدات عن معدل استعمال المبيدات الحشرية.

ولهذين النوعين من المبيدات، تأثير سلبي، يؤدي إلى قتل الملايين من الكائنات الحية الدقيقة، والتي تقوم بوظائف التربة الأساسية، كحاضنة لجذور النباتات. كما يمكن أن تنتقل هذه المبيدات إلى الأعشاب والمحاصيل، التي تقتات عليها الحيوانات العاشبة، والطيور والحشرات المفيدة كالنحل. وقد أوغل الإنسان في ابتكار مبيدات أشد قوة و تأثيراً لمواجهة الآفات، التي تحصنت ضد المبيدات السابقة، مما أدى لظهور سلالات من الطفيليات أكثر مقاومة لهذه المبيدات.

كما أدى الإفراط في استخدام هذه المبيدات لحد كبير، إلى انقراض العديد من

الحشرات الملقحة للأزهار، والتأثير في خصوبة التربة وإمكانياتها الزراعية. كذلك أدىً الإفراط في هذه المبيدات السامة، إلى فقد البكتيريا المتكافلة لقدرتها على القيام بوظائفها، في تركيب المادة الحية، وتفكيك المادة العضوية وتثبيت النيتروجين في التربة، وإنتاج الأحماض التي تساهم في تآكل الصخور، وتكوين التربة وتغذية النباتات.

هذا فضلاً عن أن التوسع في استخدام هذه الكيماويات، يؤدي لنقص شديد في ديدان التربة، التي تقوم بتهوية نسيجها عن طريق هضم المواد العضوية فيها[1].

ولكن كيف تحولت هذه المبيدات عن هدفها الإيجابي في مكافحة الأعشاب الضارة، والحشرات والآفات، إلى نتائج سلبية على التربة ومحتواها؟؟!

حينما استطاع العالم السويسري،اكتشاف الخصائص المبيدة لمركب الـ. دي. دي. تي بدأت المشكلة وذلك في عام 1939م. واسم هذا المبيد هو اختصار لكلمات (Dicholoro Diphenyltrichloroethane). ويتصف هذا المركب بأنه مركب عضوي، يحتوي على الكلور في تركيبة. ولذلك يعرف بأنه مركب كلوري عضوي. وقد حصل الدكتور موللر علي جائزة- نوبل لإكتشافه هذا المبيد. حيث استخدم هذا المبيد لحماية المناطق العسكرية، والجيوش من إصابات الملاريا والتيفوس، وأمراض عديدة أخرى تنقلها الحشرات. ثم توسع استخدامه بعد الحرب، ولسنوات عده لحين تم منعهُ. لكنه لم يستخدم في الزراعة لغاية عام 1946م، حين بدأت الولايات المتحدة الأمريكية بذلك الاستخدام أولاً، ثم تبعتها باقي دول العالم بالتتابع...!

وفي نفس الفترة تم في انجلترا من جهة، وفرنسا من جهة ثانية، استخدام هذا المبيد. ثم توالت إنتاج مركبات كلوريه أخرى، تعود لنفس مجموعته الكيماوية،

(1) د. علي حسين الشلش: جغرافية التربة،جامعة البصرة، 1981، ط30- ص80.

لكنها تحتوي على أعداد مختلفة، من ذرات الكلور مثل الالدرين والديلدرين والاندرين والكلوردرين وغيرها، ودخلت إلى الاستخدام بالتتابع لمكافحة الحشرات في تلك الفترة. ولكن لماذا تم منع استخدامه نهائياً في هذه الدول؟؟

وفي اليوم الأول من عام 1970م، أصدرت وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، أمرا بمنع استخدام هذه المبيدات الكلورية العضوية منذ اليوم الأول من ذلك العام. ويعود ذلك إلى طول فترة بقائها في البيئة، واحتمال وجود تأثيرات مسرطنة أو مطفرة أو مسببة للتشوهات الخلقية في الأجنة بسبب التعرض لها.

كما تم إنتاج مبيدات أخرى، غير المبيدات الكلورية العضوية عام 1952م. وهي مركبات عضوية تحتوي على الفسفور في تركيبها، وتعرف بالمبيدات الفسفورية العضوية. ومن أهم أنواعها مبيد البراثيون Parathion والملاثيون Malathion والديازنون (Diazinon)؛ والتي تم إنتاجها من قبل العلماء الألمان لإنتاج مركبات شديدة السمية، لاستخدامها كعوامل كيماوية حربية، إبّان الحرب العالمية الثانية عام 1944م. وأطلق على هذه المبيدات مجموعة الحقبة الثانية بعد مجموعة ال دي. دي. تي الأولى، وفي عام 1958م، قامت الولايات المتحدة بإنتاج مركب جديد يعود إلى مجموعة جديدة؛ تعرف باسم مجموعة المركبات الكارباماتية[1]. وهي مركبات مصنعة معمليا بحيث تشبه في تركيبها؛ مادة نباتية سامة ذات طبيعة قلوية، توجد في نبات يعرف بالاسم العلمي فايزو ستغما فيننوسم (Physostigma Venonsum). فكان أول مبيد ينتج منها يحمل اسم مبيد سفن (Seven) والذي يعرف أيضاً باسم مبيد كربريل (Carbaryl). كما تم إنتاج مركبات جديدة مشابهة ذات أصل نباتي، فتم إنتاج مبيدات النيكوتين Nicotin

(1)Butler,.G.C.(Ed.);Principles Of Ecotoxicology, Scope12 John Wiley &Sons,1978, PP. 11-31. 45-75.

والروتينون، ثم توصل العلماء لإنتاج أفضل المبيدات، وهي المركبات البيروثرويدية ومنها مبيد البرمثرين (Permethrin)، ومبيد اللثرين (Allethrin) والتي تعرف بأنها مبيدات المستقبل للإنسان والحيوان. بالإضافة لسرعة تحللها في البيئة، حيث لا تلبث أن تتحلل بعد عدة ساعات من انطلاقها[1]. ويوضح الجدول التالي الثبات البيئي للمجموعات المختلفة من المبيدات وسمية كل منها محسوبة كجرعة متوسطة ومميتة (LD50) والمقدرة بالملغم/كغم من وزن الجسم:

جدول رقم (10) يوضح بقاء المبيدات في التربة كجرعه متوسطه ومميتة

LD50 بالملغرام لكل كلغم من وزن الجسم

المجموعة الكيماوية	اسم المبيد	الجرعة المتوسطة والمميتة	الثبات البيئي
المبيدات الكلورية العضوية تبقى بالتربة من 3-8 سنوات.	الدرين - Aldrin	60ملغم/ كغم	3سنوات
	كلوردين- Chlordane	340ملغم/ كغم	5سنوات
	دي.دي.تي- D. D. T	118ملغم/ كغم	4سنوات
	ديلدرين Dieldrin	46ملغم/ كغم	8سنوات
المبيدات الفسفورية العضوية تبقى بالتربة من أسبوع إلى ثلاثة أشهر.	ديازنون- Diazanon	76ملغم/ كغم	12 أسبوع (3أشهر)
	ملاثيون- Malathion	1000ملغم/ كغم	اسبوع واحد فقط
	براثيون- Parathion	3و6 ملغم / كغم	اسبوع واحد فقط
مبيدات الكاربامايتة	سفن- SeVen	500ملغم/ كغم	3 أيام فقط
المبيدات البيرثروبدية عدة ساعات	اللثرين- Allethrin	920ملغم/ كغم	عدة ساعات فقط

(2) Good Man.G.T.;How Do Chmical Substances Affect The Environment, Pro.Roy.London. 1974, PP. 91-130.

1. يتضح من هذا الجدول، أن أفضل المبيدات على الإطلاق هي مبيدات البيرثرويدية (اللثرين)، التي لا تبق في التربة أكثر من عدة ساعات فقط وهذا هو المهم.
2. كما أن مبيدات ال سفن (Seven) تلي مجموعة اللثرين في الأهمية، حيث لا تبقَ في التربة أكثر من ثلاثة أيام فقط.
3. أما المبيدات الفسفورية العضوية مثل الملاثيون (Malathion) والبراثيون (Parathion)، فلم تبق في التربة سوى لمدة أسبوع واحد فقط. أما المبيد الديازنون Diazinon فيبقى في التربة لمدة ثلاثة أشهر فقط.
4. وقد احتل مبيد ديلدرين (Dieldrin)، الصدارة في بقائه في التربة لمدة ثماني سنوات يليه مبيد كلوردين (Chlordane)، خمس سنوات في ثباته بالتربة، ثم مبيد الـ دي. دي. تي. وثباته في التربة لمدة أربع سنوات، وأخيراً مبيد الالدرين (Aldrin) وبقائه في التربة لمدة ثلاث سنوات.

وبالرغم من أن هذه المبيدات جميعها، قد ساهمت في تقديم الحماية اللازمة للمنتجات الزراعية، بنوعيها النباتي والحيواني، وللملايين البشر من إصابات مرضية خطيرة وآفات زراعية مدمرة، للمحاصيل والأمراض الحيوانية الخطيرة، إلا أنها من ناحية أخرى، أدت إلى تلوث البيئة وخاصة، تدمير كيان التربة والنباتات والحيوانات، والمياه والهواء وأخيراً الإنسان وبني جنسه.

ولهذا تركزت الأبحاث الجارية بهذا الصدد،على ابتكار مبيدات ذات سمية عالية، ولكنها عديمة الضرر على التربة والإنسان والحيوان والنبات كما ذكر آنفاً.

وخلاصة القول، إن الإنسان هو سيد المخلوقات، وهو العامل الوحيد الذي يساهم بطريق مباشر أو غير مباشر في تلويث التربة وتدهور خصوبتها. والذي ينعكس سلباً على بقية عناصر الغلاف الحيوي؛ من نباتات مزروعة أو طبيعية،

وبالتالي على الحيوانات البرية والداجنه، التي يعيش عليها الإنسان[1]. وسوف نضرب بعض الأمثلة الناجمة عن تسرب بعض غازات المبيدات السامة في العالم، والكوارث التي نجمت عن الغازات السامة في العالم ومنها مايلي:

1. كارثة مدينة بوبال الهندية:

لقد وقعت هذه الكارثة في صباح الخامس من شهر كانون الأول من عام 1984، حيث انفجر خزان يحتوي على مادة كيماوية هي إيسوسيانيت المثيل (Methyl isocyanate) التي تستخدم كمركب وسيط لإنتاج المبيد. فانطلقت هذه المادة فوق مباني المدينة، مسببة كارثة تعد من أسوأ كوارث التلوث الكيميائي للهواء. وقد ذهب ضحيتها نحو2000 شخص في اليوم الأول للكارثة، وكانوا معظمهم من الحراس والعمال والمسافرين، المنتظرين في محطة القطار القريبة من المعمل. وكانت تشرف على المصانع شركة يونيون كاربيد (Union Carbide). كما مات الكثير من المواشي التي كانت في العراء، سواءً من الحيوانات المنزلية أو الحيوانات السائبة والطيور البرية. وقد وصف أحد الصحفيين تساقط البشر بسبب الغاز، كتساقط الحشرات عند تعرضها إلى المبيد!؟ وفي الأيام التالية، توفي نحو 1500شخص آخر. وبذلك ارتفع مجموع الوفيات إلى نحو3500 ضحية. أما السكان الذين نجوا من الموت، فيقدر عددهم بنحو 200 ألف نسمة. وقد عانى معظمهم من مشكلات صحية وعاهات مستديمة، تراوحت بين فقدان البصر والعقم والتهاب الكلى والكبد، وعجز الكلى وصعوبات في التنفس وغير ذلك. ولم يشف منهم إلا عدد قليل جداً لا يستحق الذكر.

وتعتبر هذه المادة من مجموعة السموم التي ليس لها عقار مضاد (Antidote)

(1) Simmons,I.;Op.Cit

ولا علاج للتسمم به. إلا أن المفارقات الغريبة للوقاية منه هي في غاية البساطة، وهي تتلخص في وجود قدرة تامة للماء على إزالة تأثير المركب السام من خلال تحللها المائي سريعاً. ولذلك فإن وضع كمامة مبللة أو حتى منديلاً مبللاً بالماء من شأنه حفظ حياة الإنسان، وبالفعل هذا ما فعلة أحد الصحفيين الأجانب، الذي كان مقيماً بأحد الفنادق، فوضع منشفة مبللة على أنفه وراح يتجول في الشوارع مطلعاً على أبعاد الكارثة الفجائية. وعلى الرغم من خطورة هذا المبيد، إلا أن بقاءه في التربة لا يدوم أكثر من أسبوعين. حيث أنه سريع التحلل بالمياه.

2. كارثة الغاز القاتل في الكاميرون:

لقد حدثت هذه الكارثة في صبيحة ليلة 21 آب لعام1986، حيث تعرضت الكاميرون لكارثة تلوث مروعة وغامضة، تمثلت في انفجار طبيعي في باطن الأرض، أعقبه تسرب الغازات السامة، في منطقة تقع في الجزء الغربي لتلك الدولة. وكان مكان الحادث يقع بالقرب من بحيرة نيوس (Nyos Lake). وكان الانفجار هو الأول من نوعه في تلك المنطقة. وقد أسفر الحادث عن مقتل 1543ضحية دفعة واحدة. وأصيب نحو 30 ألف شخص في تلك الكارثة. وقد ذكر الناجون أنهم اشتموا رائحة تشبه رائحة البيض الفاسد ورائحة الطلقة المنطلقة من البندقية. فكان غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وغاز كبريتيد الهيدروجين، هما الغازين المنطلقين من تلك المنطقة المنكوبة.

3. كارثة مدينة سفيسو الإيطالية:

تعرضت هذه المدينة الواقعة على مقربه من مدينة ميلانو، الصناعية للتلوث بفعل غاز الدايوكسين (Dioxin). ففي يوم 10 تموز عام 1976، حدث خلل في مصنع للمبيدات يعرف باسم (Icmesa Chemical Plant) والذي تملكه شركة هوفمان لاروش السويسرية، ويختص بصناعة مبيدات لتعقيم البندورة، وحمايتها من

الإصابة بالفطريات. مما أدى لفقدان السيطرة على درجة الحرارة داخل المعمل. فارتفع الضغط داخل المنظومة وانفجرت. فانطلقت إثْرَ ذلك، غمامة كيماوية من المادة المذكورة بنحو 22 باوند. وقامت السلطات المحلية بترحيل السكان وخاصة النساء الحوامل خوفا على الأجنّة أولا. ولوثت تلك الغمامة هواء وأبنية وتراب تلك المدينة. وقد تمثلت الإصابات في أصابات جلدية وتشوهات للأجنة عند النساء الحوامل (د. مثنى العمر، ص77- ص80).

ح. صيانة التربة:

1. تعتبر التربة مورد طبيعي وحيوي هام للمجتمع البشري، وأي تدمير لهذا المورد ينعكس سلباً على الإنتاج الزراعي والحيواني، وبالتالي على الإنسان. وأكثر ما تأثرت به التربة حالياً هو رش المبيدات لمكافحة الآفات الزراعية. ومن هذه المبيدات مثل مادة ال دي. دي. تي المدمرة لمناعة التربة ونسيجها والكائنات الحية فيها. فالأمر يقتضي منع رش المبيدات السامة منعاً باتاً؛ إلا التي لا تبق في التربة ثابتة لمدة لا تزيد عن عدة ساعات مثل مبيد أللثرين (Allethrin) (3ساعات فقط) بعكس مادة الديلدرين Dieldrin التي تبقى في التربة لمدة ثماني سنوات!!؟

2. يفضل استخدام المكافحة الحيوية، للحفاظ على هيكل التربة، وما فيه من جيوش الديدان والكائنات الحية الجهرية الدقيقة، التي تساعد على تهويه وتخصيب التربة وبالتالي تقديم المنتجات الزراعية، من خضر وفواكه وحبوب والبان خالية من بقايا المبيدات السامة.

3. تطبيق نظام الدورة الزراعية الثلاثية والرباعية، عند استغلال التربة، بحيث يزرع في السنة الأولى بالحبوب، وفي السنة الثانية بالبقوليات (العدس والحمص والفول والبيقيا)، وفي السنة الثالثة بالخضر والقثائيات، وفي الرابعة تزرع

بالحبوب والأعلاف كالذرة والدُّخن والشمندر السكري والكرسنة والقمح والشعير.

4. تنظيم الأراضي الرعوية شبه المدمرة مثلاً، في قطع أرضية بمساحات متفاوتة، حسب الظروف السائدة في أي دولة كانت، بحيث تتراوح مابين 2 إلى 5كم^2، وتوفر لها المياه اللازمة لتخضير كل قطعة على حدة، بزراعتها بالأشجار الحرجية حول القطعة، ثم بالشجيرات الرعوية، وإنشاء الآبار التجميعية لجمع مياه الأمطار، وحفر آبار أرتوازية إن أمكن، وري النباتات الحرجية والرعوية والمحاصيل الحقلية كري جزئي، لتخضير سطح التربة وتجديد خصوبتها وحمايتها من الانجراف.

5. ترك المخلفات الزراعية من سيقان القمح والشعير، والذرة والحمص والأعلاف والقثائيات، فوق سطح التربة بعد جني المحاصيل. وذلك للمحافظة على رطوبة التربة في فصل الصيف من التبخر والحد من فعالية الرياح العاصفة لجرف الطبقةالعلوية الخصبة للتربة.

6. أما في المناطق الزراعية التي تكون فيها التربة عارية تماماً، فيفضل أن تغطى بطبقة من القش والتبن أو غصينات الأشجار وأوراقها، لحمايتها من النحت الهوائي، مع التوسع في زراعة الأحزمة الخضراء، على مسافات متباعدة تتراوح بين 150-300 متر على أقل تقدير. للحد من فعالية النحت المائي والهوائي. ولحماية التربة في فصل الشتاء، من تجمّد رطوبتها لتساعد في استمرار نشاط البكتيريا في التربة العارية من ناحية، والمحافظة على خصوبتها وتهويتها، وبالتالي على كيانها الحيوي من ناحية أخرى.

7. إتباع أسلوب التنوع الزراعي (تطبيق النمط الزراعي)، في الأراضي الزراعية، كزراعة قطعة بمساحات مائة دونم بالقمح أو الشعير، وقطعة أخرى بالخضار،

وقطعة ثالثة بالبقوليات والبطاطا، وقطعة رابعة بالأعلاف الخضراء مثل الذرة والشمندر السكري والملفوف والجزر والقرنبيط، وقطعة خامسة بالبصل والثوم والباذنجان... الخ، وذلك للمحافظة على المنتجات الزراعية، من خطورة الآفات في محصول واحد، مما يهدد بخسارة فادحة للمزارع، ومن ثم المحافظة على نسيج التربة وتجديد خصوبتها بصفة مستمرة.

8. أما في السهول الرعوية، التي تصحرت نتيجة الرعي الجائر، والقطع الجائر والحراثة البدائية للزراعة في تلك التربة الهشة، فيفضل توفير مياه الري، وخاصة من المياه المعالجة وخلطها مع المياه المالحة، وزراعتها بالأشجار المحبة للملوحة مثل أشجار الأثل والطرفا والغاف والسدر والحور والعرعر والبطم، بجانب الشجيرات الرعوية مثل القطف والرغل والحمْض، ثم بالأعلاف الخضراء مثل الغصة والبرسيم وحشيشة السودان والشمندر السكري، وتغطية التربة بفضلات المحاصيل من سيقان وأوراق، لمنع انجراف التربة في تلك البيئات شبه الجافة، وخاصة في وطننا العربي الكبير، لنعيد التربة المدمرة لما كانت عليه في العقود الماضية من نباتات خضراء تسرح فيها الحيوانات البرية اللاحمة والعاشبه كالبوادي العربية بوجه عام.

9. أما في المناطق التي تعرضت للنحت المائي، وتقطعت بمجاري الأودية والسيول العميقة والأخاديد، وخاصة على سفوح التلال، فتعالج بالسدود الحجرية والإسمنت أو بالشجيرات القصيرة، خاصة في الرواسب اللينة التي لا تقوَ على مقاومة النحت المائي، ثم زراعتها بالأشجار المثمرة أو الحرجية، والأعشاب الزاحفة والنباتات العلفية لمنع انجرافها.

10. تشكيل إدارة كفؤة للمناطق التي دمرت فيها التربة، نتيجة لسوء الاستغلال

البشري. وذلك لتوفير الوسائل المطلوبة للمعالجة والرعاية، من حيث التمويل والمياه ووسائل النقل، ومشاتل الغراس الحرجية، والرعوية والمحاصيل المناسبة للتربة المرمّمة، حتى نتمكن من تحقيق الهدف الرئيس وهو إحياء التربة، والتي بها نحيي إنتاجنا الزراعي النباتي والحيواني، وبالتالي الاستمرار في الأمن الغذائي الذي تفتقده معظم أقطارنا العربية، والتي تسد حاجتها من خلال الاستيراد من الخارج..!

الفصل الحادي عشر

أهمية النباتات والحيوانات البرّية والبحرية وحمايتها

الفصل الحادي عشر

أهمية النباتات والحيوانات البرّية والبحرية وحمايتها

1. أهمية الغابة في الغلاف الحيوي.
2. تدمير الغطاء النباتي.
3. صيانة الغابة.
4. الحيوانات البرية وحمايتها.
5. الحيوانات البحرية.
6. حماية الحيوانات البرية والبحرية.

الفصل الحادي عشر

أهمية النباتات والحيوانات البرّية والبحرية وحمايتها

أهمية الغابة في الغلاف الحيوي:

يمثل النبات الطبيعي ومن ضمنه أشجار الغابات في العالم، رئة الأرض التي نعيش عليها. فمنها نتنفس، حيث تأخذ ثاني أكسيد الكربون من الهواء، لتحوله إلى مواد عضوية، يعيش عليها الحيوان والإنسان معاً. وتعطينا بالمقابل غاز الأكسجين مصدر حياتنا وبقائنا فوق سطح هذا الكوكب الجميل، الذي حباه الله بخاصية الغلاف الغازي المحيط به، مع الأغلفه الأخرى، كالغلاف الحيوي والغلاف المائي والغلاف الصخري.

ومما يزيد في أهمية النباتات الطبيعية، من غابات وأعشاب وحشائش فأشواك، أنها مورد متجدد، إذا ما وفرنا لها الظروف البيئية المناسبة.

وتساهم هذه النباتات في حماية التربة من الانجراف، وتعديل درجة الحرارة وتوفير أماكن لجوء طيبة للأحياء البرية، من ثدييات وطيور وزواحف وكائنات مجهرية دقيقة. ولهذا فالقضاء على النباتات الطبيعية هو بمثابة خنق للكرة الأرضية؛ ومنع تنفسها، وتعرض التربة للانجراف، وبالتالي استشراء ظاهرة التصحر الخطيرة والتي تعاني منها البشرية فوق سطح اليابسة.

ويمكن إيجاز هذه الأهمية النباتية فيما يلي:

1. تعتبر الغابات مصدرا للأخشاب ولب الخشب، والعصارات المطاطية والأصباغ والبذور الزيتية. بالإضافة لكونها مصدرا رئيساً لإنتاج الأكسجين واستهلاك

ثاني أكسيد الكربون. إذ أن فداناً واحداً من الغابات، ينتج من الأكسجين نحو أربعة أمثال، ما ينتجه فدانٌ واحد من المحاصيل الزراعية. ولهذا تعتبر الغابات رئات المجتمع البشري التي يتنفس منها.

2. كما تلعب الأعشاب والحشائش دورا مهما في إعالة الثروة الحيوانية، التي تعتبر من أهم مصادر الغذاء البروتيني. كما تعتبر هذه المواد البروتينية من أهم المواد الغذائية، التي يطّرْد الطلب عليها من قبل أفراد المجتمع البشري كله، والبالغ نحو 7.2 مليار نسمة عام 2013م.

3. للنباتات دور حاسم في منع استشراء ظاهرة التصحر، خاصة في المناطق شبه الجافة والجافة في العالم بوجه عام، وفي أراضينا العربية على وجه الخصوص. فهي تحمي من خطر الانجراف المائي والهوائي للتربة على حد سواء.

4. كما تساعد النباتات على زيادة تسرب المياه الجارية، عقب سقوط الأمطار الفجائية، إلى ما تحت الطبقة العلوية للتربة. فالتربة العارية تمتص عادة كمية من مياه الأمطار، أقل مما تمتصه التربة المغطاة. ولهذا تكون كمية المياه المتسربة في التربة العارية قليلة، وبالتالي يتدهور النمو النباتي ويستمر تتابع هذا التدهور، ويزداد نشاط التعرية للتربة الخصبة سنة بعد أخرى.

5. كما تحافظ النباتات على طبيعة المناخ المحلي، ويمنع إحداث تدهور وتدني في الأحوال المناخية. حيث أن وجود النباتات يحافظ على الرطوبة بشكل أكثر وبحرارة أقل. وكلها ظروف تساعد على تكثيف بخار الماء وسقوط الأمطار.

تدمير الغطاء النباتي:

يعتبر تدمير الغابات الطبيعية، من أكثر صور التدخل البشري خطورة في الغلاف الحيوي. فمنذ نحو 10 آلاف سنة خلت، كانت المساحة الإجمالية لأراضي الغابات في العالم نحو 15 مليار فدان (60 مليار دونم)؛ استطاع خلالها الإنسان من

تدمير ما مجموعه 4 مليارات فدان (16مليار دونم)، عن طريق القطع الجائر والحرائق المستمرة أحياناً، والتي لا تخلو من شرارة برق أو عبث الإنسان بالنار...! ولا نبالغ إذا قلنا أن حياتنا الإنسانية وحياة الحيوان مستحيلة أن تكون، لولا وجود الغطاء النباتي. لقد ظهرت النباتات على سطح الأرض قبل حقب طويلة من الدهر، إلى تمهيدها لحياة أي حيوان. فالنباتات تحول طاقة الشمس وثاني أكسيد الكربون والماء، إلى مركبات فيها طاقة كيماوية مخزنة، ثم تلي ذلك تحولات أخرى تبني فيها النباتات نسيجها الخشبي.

فالإنسان يعتمد في غذائه على النباتات والحيوانات معا. والحيوانات تعتمد في غذائها على النباتات أيضاً. وهي حلقة متصلة في سلسلة الغذاء. وأن اختفاء فصيلة من النبات، يؤدي لاختفاء ثلاثين نوعاً من فصائل الحيوان، حين تتفاقم الآثار والنتائج عبر السلاسل الغذائية. ومن المؤسف حقاً أن الإنسان كان ينظر للغابات في بداية الأمر؛ على إنها مجرد عقبة طبيعية أمام الاستيطان، والعمران والمواصلات وتوفير مواد الطعام[1].

وعليه، فقد قام خلال تلك الفترة، بحرقها واستغلالها في البناء والوقود، واستغلال أرضها في الزراعة. وهكذا مع جهل الإنسان تم إزالة مساحات كبيرة من هذه الغابات الطبيعية، دون أي اكتراث وبصورة متعمدة. ولا تزال هذه الإزالة- ومع الأسف- مستمرة ليومنا هذا في حوض الأمازون وكندا والولايات المتحدة وروسيا. وقد بلغ اجتثاث الغابات حدّ الذروة منذ نهاية القرن الـ19م وحتى نهاية القرن الـ20م الماضي. وقدرت المساحة الإجمالية التي أزيلت منها الغابات من عام 1882م حتى عام 1952 بنحو 9.1 مليار هكتار، أي بما نسبته 36. 8٪من إجمالي المساحة الكلية للغابات.

(1)Stephen.T.T;Soil and vegetatioin Systems.clarendom Press.oxford.1977.

ففي الولايات المتحدة الأمريكية لوحدها، تم إزالة نحو 105 ملايين هكتار، من مجمل المساحة الكلية للغابات، والتي كانت تقدر بنحو 365 مليون هكتار، أما في البرازيل فقد أزيل نحو 50٪ من الغطاء الطبيعي الكلي للغابات فيها. كما قدرت المساحة التي أزيلت منها الغابات في نيجيريا بنحو250 ألف هكتار سنوياً، لتحويلها لأراضٍ زراعية. وفي جزيرة مدغشقر، قدر ما أزيل منها من غابات بنحو 53 مليون هكتار. وهي مجمل مساحات الغابات التي تتعرض للتدهور وبالتالي انجراف التربة السريع.

أما في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقية، فقد أزيل القسم الأعظم من غطاء الغابات الطبيعية، بينما يتعرض الجزء الباقي للتدهور المستمر، بسبب عمليات القطع الجائر والرعي الكثيف، كما هو الحال في سوريا، والتي لا يزيد بها الغطاء الغابي عن 2٪من مجمل مساحتها.

ولكن ما هي الخسائر التي تنجم عن إزالة الغابات الطبيعية في العالم؟؟! ما من ريب أن إزالة هذا المورد الطبيعي المتجدد، سوف يؤدي لتغيرات جدُّ خطيرة، سواء بالنسبة للإنسان أو الحيوان أو لجميع عناصر البيئة الطبيعية. فزوال الغابات يحرم البيئة من ذلك المصنع الضخم، الذي يقوم بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية، من خلال امتصاصها لغاز ثاني أكسيد الكربون وإطلاق الأكسجين. وتثبيت نحو40 مليون طن من الكربون، تستهلكها جميع الحيوانات عن طريق سلسلة الغذاء الموجودة ضمن الغابات[1]. أي يتم تحويل المادة غير الحية إلى مادة حية. وهي عملية لا تستطيع أي صناعة أخرى القيام بها. كما أن قطع الغابات يحرم البيئة من طاقتها، التي تنتج نحو 45٪ من الإنتاج الكلي للمادة العضوية على الأرض كلها. وثلاثة أرباع الإنتاج العضوي للأراضي غير المغمورة بالمياه. كما

(1) د. خالد المطري: الجغرافية الحيوية والتربة، القاهرة، 1987، ص350- ص460.

يحرم البيئة من إنتاج طن واحد إلى ثلاثة أطنان من الأكسجين في الكيلومتر المربع الواحد، والمغطى بأشجار الغابة سنوياً. كما يؤثر إزالة أشجار الغابة الطبيعية على المناخ داخل الغابات. حيث يتصف مناخ الغابات بأنه أكثر اعتدالاً في درجة الحرارة، وأكثر رطوبة من المناطق الخالية من الغابات. كذلك يحرم التربة من الوقاية من أشعة الشمس وتماسك حبيباتها، ويقلل من قدرتها على مقاومة الرياح والسيول الجارفة. ويضطرب بالتالي تسرب المياه داخل نسيج التربة، لتغذية الخزانات المائية الجوفية، لعدم وجود هذا الكساء الأخضر الحيوي. كما أنه يحرم البيئة من الدور الذي تقوم به أشجار الغابة، كمصفاة طبيعية للغبار والغازات المنبعثة، من المصانع والآلات والحرائق والبراكين.

وإذا أخذنا غابة الأمازون وحدها كمثال، فإننا سوف نجد أن علماء البيئة، يعتقدون أن تحطيمها وزوالها، سوف تكون له نتائج جِدُّ خطيرة على البيئة، وخاصة على المناخ، لا في البرازيل وحدها فحسب، وإنما في العالم بأسره[1]. نظراً لما له من أثر كبير على درجات الحرارة والرطوبة، لقدرتها على الاحتفاظ بمياه الأمطار، ودورها في تحديد نسبة الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الجو. بالإضافة إلى الخسارة التي تنجم عن إزالة هذه النباتات، التي استغرقت ملايين السنين، حتى وصلت إلى أوجها النباتي الحالي. بالإضافة إلى التأثر السلبي على الكائنات الحية العديدة الأخرى، التي وصل التفاعل بين هذه الغابة، وبينها إلى درجة الكمال، والتي تعتبر تراثاً حيوياً هاما يجب الحفاظ عليها وصيانتها[2].

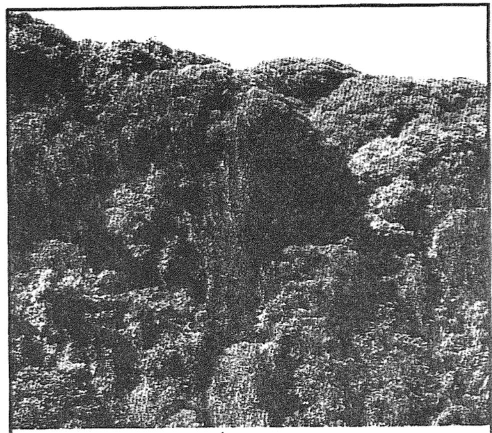
أما الحشائش الطبيعية، فقد تعرضت معظم أراضيها في العالم لتدمير كبير، يشبه ما تعرضت له الغابات الطبيعية. فقد تقلصت مساحتها في العديد من جهات

(1) د. مثنى العمر: نفس المرجع السابق.
(2) (شكل 23) و(شكل 24).

العالم. وأدى تدخل الإنسان في أراضي الحشائش الحارة، إلى زحف التصحر باتجاه الجنوب في نصف الكرة الشمالي، وبمعدل مترٍ سنوياً على طول جبهة عرضها نحو3500 كيلو متر. وإلى تناقص مساحة أراضي الحشائش المدارية بصورة ثابتة ومستمرة. كما يتضح ذلك بكل وضوح في المناطق الجافة وشبه الجافة خاصة في وطننا العربي الكبير الذي يمتد من المحيط الأطلسي غرباً حتى الخليج العربي شرقاً. كما أدى تدخل الإنسان في أراضي الحشائش المعتدلة وتحويلها لمخازن القمح الكبرى في العالم قبل مائة وعشرين سنة (منذ عام 1880م)، وتعرضها للتعرية الشديدة وتناقص خصوبتها. كما أدى الرعي الجائر في أراضي الحشائش الطبيعية والزراعية غير الواعية لهذه الأراضي، إلى قلب التوازن الطبيعي للتربة وتدهورها، إلى حالة قريبة من الظروف الصحراوية في معظم الأحيان[1].

وتعتبر بادية الشام مثالاً جيداً على ما أصاب الحشائش الطبيعية، من تدهور بسبب الحيوانات والإدارة الغير واعية لها من جانب الإنسان. فقد انقلب الوضع في هذه الأراضي من منطقة مكسوة بالنباتات الطبيعية المتوازنة مع البيئة، وقادرة على تجديد نفسها باستمرار، إلى منطقة استشرى فيها التصحر، فتحولت متدهورة في نباتاتها وتربتها ومياهها وحيواناتها البريّة.

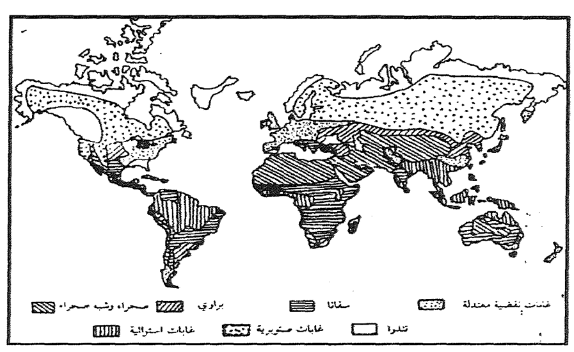
(1) د.محمد زهران: اساسيات علم البيئة النباتية وتطبيقها، القاهرة، 1995،ص157-ص168.



صورة رقم (1): منظرا جانبيا لأشجار الغابة الاستوائية المطيرة (مأخوذة من American Musuem of Natural Hisotry)

لقد أخذت الدول المشرفة على أراضي بادية الشام، كسوريا والعراق والسعودية والأردن، على إعادة ترميم وتأهيل ما خربه الإنسان في هذه الأراضي، من حفر للآبار الارتوازية وزراعة الشجيرات الرعوية، وبناء السدود الأسمنتية، والبرك الأسمنتية والسدود الركامية، لتوفير المياه اللازمة لتنمية وتطوير المراعي، حسب الظروف العلمية الحديثة المتبعة بهذا الصدد[1].

(1) د. محمد الشخاترة: وزارة التخطيط، ترميم بادية الشام، عمان، 1990م.



شكل (23): يوضح توزيع الأقاليم الحياتية الأرضية (عن MeNaughton Wolf 1973)

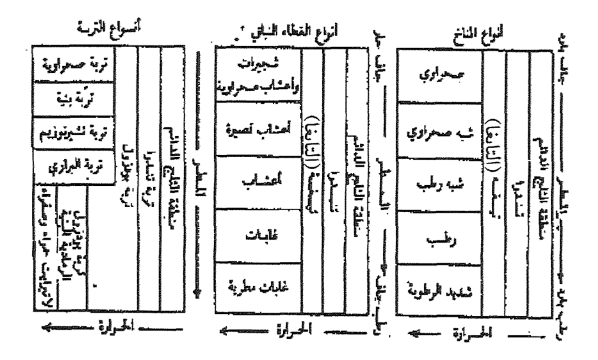
وهكذا نجد أن التدخل البشري الجائر على النباتات الطبيعية، قد أدى لانقراض العديد من الأصناف النباتية. وأصبح من الصعوبة بمكان، حصر الأنواع النباتية التي تنبت سنوياً أو معرفة حتى ما اختفى منها خلال القرون الماضية. ولكن وقياساً على ما سجلته الدراسات العلمية في بريطانيا أنه قد أبيد منها نحو 75 نوعاً على أقل تقدير خلال الثلاثة قرون الماضية. وارتفع معدل الخسارة باستمرار. وعليه، فإنه يمكن القول إن هناك مئات إن لم تكن الألوف من الأصناف النباتية في العالم، قد اختفت خلال تلك المدة الزمنية المذكورة[1].

كما تشير الإحصائيات إلى أن هناك أكثر من 20 ألف صنف نباتي على الأرض، معرضة للانقراض[2]. ويؤدي اختفاء هذه الأعداد الكبيرة من النباتات،

(1) د. حسين علي أبو الفتح: علم البيئة، جامعة الملك سعود، ص101-ص131، ص156- ص159.

(2) (شكل 25).

إلى إحداث الخلل في الأنظمة البيئية القائمة، وجعلها أكثر عرضة لفقد توازنها واستقرارها البيئي. وحتى لا نصل إلى النقطة الحرجة، فعلى المجتمع البشري إعادة غرس ما اجتثه من أشجار كل عام، كضريبة يدفعها نتيجة جوره على الغابات وحشائش المراعي، بحيث يعود التوازن لغلافنا الحيوي الذي سخره الرحمن لينعم به كل بني الإنسان فوق سطح هذا الكوكب الجميل[1].



شكل (24): شكل يوضح العلاقة بين المناخ والنبات والتربة (عن د.خالد المطري)

(1) د. علي أحميدان: دراسة منطقة الهامش الصحراوي وحوض الأزرق بالبادية الأردنية، 1998م.

صيانة الغابة:

وربما يتطرق للذهن السؤال التالي:

ولكن ما هي الطرق و الأساليب التي من خلالها نحافظ على الغطاء النباتي في أرضنا الجميلة ؟؟

وما من ريب، أن هناك عدة طرق ووسائل للمحافظة على هذا المورد الحيوي والهام في البيئة، ومن أهمها ما يلي:

1. تحتاج هذه الموارد النباتية لإجراء مسوحات شاملة وكاملة، لظروف القاعدة البيئية في كل منطقة من مناطق العالم، سواءً على المستوى القطري للدول أم على مستوى القارات في العالم، لكي يتسنىّ وضع الخطط المناسبة لكل منها وتوفير الظروف الملائمة، والعمل على تنمية وتهجين الأشجار السريعة النمو بما يزيد من قيمتها الاقتصادية.
2. إتباع أسلوب الغابات المحجوزة (Reserved Forests) والحدائق القومية أو المتنزهات القومية (National Parks). وتستهدف هذه الطريقة صيانة وحماية ما تبقى من غابات وحشائش طبيعية، وتحقيق أهداف بيئية وسياحية وحياتية واقتصادية. فقد قامت بعض الدول مثل حكومة السنغال، بإنشاء ثلاثة منتزهات قومية من أكبرها، حديقة نيوكولا- كوبو (Niokola-kobu)، والتي تغطي ما مساحته نحو 8 آلاف كم^2، هذا بالإضافة إلى حديقة دولة مالي، والتي تدعى بحديقة كوشيو بونش (Bunch–Couchea) بعدة آلاف من الكيلومترات المربعة، وحديقة نيروبي القومية في كينيا وحديقة الدندر والرهد في السودان وغيرها من الدول.

كما تتضمن هذه الطريقة استزراع الغابات (Reforestation)، وخاصة في المناطق التي تتعرض للاستنزاف، نتيجة القطع الجائر للأشجار، كما هو الحال في

كندا والولايات المتحدة الأمريكية وبعض الدول الأوروبية. كما تقوم بعض الدول النامية مثل الدول العربية، في الجناح الآسيوي بإعادة ترميم وغرس ما اجتث من أشجار، في سفوح المرتفعات في بلاد الشام وشبه الجزيرة العربية، وفي الجناح الإفريقي، كدول اتحاد المغاربة العربي في جبال أطلس وحواف الصحراء الكبرى جنوب ذلك الاتحاد.

3. توفير الدعم المالي لزراعة الأشجار، كمورد ضروري لمصانع الأخشاب والورق والأصباغ، مع توفير الحماية والرعاية للأراضي المزروعة بأشجار متنوعة، والتوسع في زراعة ملايين الهكتارات في العالم. إذ تغطي الغابات والأراضي الخضراء في العالم ما مساحته 53 مليون كم^2 من سطح اليابسة. وهذا يمثل 40٪ من إجمالي مساحتها. وتشغل الغابات الكثيفة العالية نحو 29 مليون كم^2. وتقدر المساحات المعرضة للإزالة سنوياً بنحو 20 مليون هكتار سنوياً[(1)].

وليكن مبدأ مجتمعنا العصري اليوم دولاً متقدمة أم نامية (إغرس عشر شجيرات واقطع واحدة فقط...) حتى تحافظ على التوازن البيئي فوق سطح هذا الكوكب.

4. إنشاء خطوط النار: التي يجب تخطيطها عند تحديد الغابة، بحيث تقسم أرض الغابة أو المرعى، إلى قطع محددة، حتى إذا ما اندلعت النيران في قطعة معينة، لا تصل النيران إلى باقي أجزاء الغابة. بالإضافة إلى توعية العاملين في الغابة، بخطورة النيران وإنشاء مراكز مراقبة وإنذار مبكر. وتوفير الآبار التجميعية للمياه داخل كل قطعة، لتتمكنّ سيارات الإطفاء من السيطرة على النيران قبل انتشارها وتدمير الغابة كلها.

---

(1) د. مثنى العمر: نفس المرجع السابق.

5. إنشاء مشاتل الغراس الحرجية المحبة للملوحة، خاصة في وطننا العربي لإعادة الكساء الأخضر للأراضي، التي اجتثت منها تلك الأشجار. وترميم المناطق شبه الجافة في حواف البوادي العربية، كبادية الشام وغربي العراق وجنوبه مثلاً.

6. أما فيما يتعلق بحشائش المراعي، والشجيرات الرعوية ونباتات الأعلاف الأخرى، فلا تقل أهمية في المحافظة عليها، عن الغابات ذات الأشجار العالية والمتوسطة والقصيرة. حيث تمثل نباتات الأعلاف بشتى صنوفها، مورداً هاماً لقطعان المواشي سواءً في الوطن العربي أم في الدول الأجنبية. ولا يستطيع الإنسان أن يستغني عن هذه الأعلاف للمواشي، الأمر الذي يقتضي وضع الخطط الكفيلة بإستزراع نباتات المراعي بالأنواع التي تستسيغها المواشي، وبدرجة عالية. كما تتضمن الخطط الموضوعة بهذا الصدد، والعمل على إحداث موازنة بين طاقة المرعى المتاحة، وأعداد الحيوانات التي تربى فيه؛ تفادياً لاستنزاف وتدمير تلك النباتات الرعوية.

فعلاوة على كون نباتات الأعلاف غذاء رئيساً للحيوانات، إلا أنها عنصر حيوي في المحافظة على نسيج التربة من التفكك والانجراف، سواءً بالنحت المائي أو النحت الهوائي. وكل الأراضي الهشة والفقيرة ذات المراعي الفقيرة، قد تعرضت لغزو التصحر، وتدمير التربة وهجرة السكان منها إلى المدن المجاورة، كما حدث في بادية الشام ودول الساحل الأفريقي بين عامي 68-1975م.

وقد خطت الدول المتقدمة خطوات كبيرة في زراعة المناطق شبه الجافة. ففي استراليا زرعت شجيرات القطف، التي تتغذى عليها ملايين الرؤوس من الأغنام. وفي الولايات المتحدة، تزرع السهول العليا بالذرة وتربى عليها قطعان العجول، حسب طرق الرعي التجاري الحديث مثل نيوزيلندة واستراليا والدول الأوروبية. فالرعي الجائر ينجم عنه تدمير النباتات الرعوية، وتدمير نسيج التربة

وهجرة السكان وموت قطعان المواشي، وارتفاع أسعار المنتجات الحيوانية، مما يساهم في العجز الغذائي، كما هو حاصل للأسف في وطننا العربي الكبير..!

د. الحيوانات البرية وحمايتها:

لا تقل أهمية الحيوانات البرية مكانة عن أهمية النباتات الطبيعية. ويمثل عالم الحيوان جزءاً رئيساً، في الدورة العامة للمادة والطاقة معاً في الطبيعة. ويظهر ذلك بوضوح خلال السلسلة الغذائية. من حيث التنوع الكبير في عالم الحيوان. حيث يوجد نحو أربعة آلاف نوع من الحيوانات الثديية، ونحو 8600 نوع من الطيور، وأكثر من مليون نوع من الحشرات. فبعض الأنواع يعتمد على أنواع خاصة من النباتات والبعض الآخر من أكله اللحوم، يعتمد في غذائه على أنواع معينة من الحيوانات.

ونتيجة للتقدم الحضاري، ازداد نشاط الإنسان في الزحف على الأراضي الزراعية، وقطع أشجار الغابات وإنشاء المدن والبلدات والقرى، والسدود والقنوات والطرقات، والمصانع الثقيلة والمتوسطة والخفيفة، والخدمات الاجتماعية والحدائق وغيرها، على حساب تلك الأراضي، التي كانت تعيش فيها تلك الحيوانات البرية، مما أدى إلى تناقص أعدادها وإحداث الخلل في التوازن البيئي لها.

وبما أن النشاط البشري هو عملية مستمرة، فإن توسعه سوف يؤدي حتماً إلى نتائج لا تحمد عقباها، خاصة فيما يتعلق بعالم الحيوان البري. لذلك برزت للوجود فكرة حماية تلك الكائنات الحية. واحتلت الصدارة بين اهتمامات الإنسان العصري، وتخصيص المحميات الطبيعية لحفظ أنواعها من الانقراض. وبوجه عام، تعتبر الحياة الحيوانية البرية، مورداً هاماً من موارد البيئة الحيوية (الغلاف الحيوي) لدى الإنسان منذ بدء الخليقة.

فقد اعتمد عليها في الحصول على غذائه وملبسه وتنقله، لدرجة أن بعضه

كان مقدساً ومعبوداً لدى الإنسان، ورمزاً لأفكاره ومثله الدينية، كعبادة البقر لدى الهندوس في شبه القارة الهندية. وعليه، فقد تعددت صور التدخل البشري في هذا المورد الطبيعي وتنوعت. بحيث أحدثت اختلالاً في التوازن البيئي، للمناطق التي أدخلت إليها حيوانات من بيئات أخرى. وأبيدت حيوانات البيئة الأصلية، نتيجة افتراسها من هذا الحيوان الدخيل، والأمثلة على ذلك كثيرة[1].

ففي عام 1837م، تم إدخال 12 زوجاً من الأرانب إلى استراليا ونيوزيلندا. وتحولت هذه الحيوانات إلى آفات خطيرة. فقد انتشرت الأرانب في ولاية فيكتوريا عام 1859م، وتكاثرت بسرعة غير عادية، نظراً لملاءمة البيئة الطبيعية وعدم وجود حيوانات منافسة معادية لها. بحيث غطت بعد عشرين عاماً هذه الولاية بأكملها. ثم انتقلت إلى الولاية المجاورة نيوسوث ويلز واستراليا الجنوبية، الأمر الذي أدى إلى فشل الحكومة بهذه المقاطعة من السيطرة على الوضع. فانتشرت الأرانب عام 1890 إلى ولاية كوينز لاند، ثم إلى الإقليم الشمالي واستراليا الغربية عام 1900م.

وبالرغم من بناء الأسوار، لصدها حتى بلغ طولها 16 ألف كم، لمنع حركة الأرانب من مكان لآخر. وعلى الرغم من تشجيع الحكومة على صيدها، بدفع ثمن كل رأس مقتول، إلا َأنها تكاثرت بطريقة هائلة، بحيث وصلت أعدادها إلى نحو 800مليون أرنب خلال عقد الستينات من القرن العشرين الماضي، مما أدى للقضاء على المراعي الجيدة في استراليا.

وعلى الرغم من بناء الأسوار المذكورة، إلا أن الأرانب اخترقتها وانتقلت إلى ولاية يورك عام1916م. فقامت الحكومة بجلب الحيوانات المعادية لافتراسها، مثل الثعلب وأبن مقرض (Ferret) الشبيه بالنمسّ وابن عرس، ولكنها بدلاً من صيد

(1)Anderson; E., OP. cit.

الأرانب، اتجهت إلى صيد الحيوانات المتوطنة الأصلية، وغير القادرة على الدفاع عن نفسها. فاستمرت الأرانب في التكاثر والتدمير في مئات الآلاف من أفدنة المراعي وإتلاف المحاصيل، والتهام الشجيرات الصغيرة وتعرية التربة من مساحات شاسعة من أراضي الشجيرات الرعوية. وفي عام 1950م، أدخلت الحكومة الاسترالية، عدة أزواج من الأرانب المريضة من فرنسا. فنتج عن ذلك انتشار الأمراض الفتاكة بسرعة بين الأرانب. وبذلك هلك أعداد كبيرة بمئات الألوف في استراليا[1].

كما أدخلت عدة مئات من الضفادع لمزارع قصب السكر في استراليا وتكاثرت أعدادها بشكل كبير وصلت لمئات المليارات، فتخلصت منها بنصب الفخاخ لها وجمع مئات الآلاف منها وتحويلها إلى سماد عضوى بدلاً من صيد الحشرات من مزارع القصب!!؟

كما تعتبر الحشرات، من أكثر أنواع العالم الحيواني انتشاراً في الغلاف الحيوي. وعلى الرغم من دورها المحدود في تطور هذا الغلاف، بالمقارنة مع الحيوانات الأخرى، الاقل عدداً وتنوعاً، إلا أنها تمثل المصدر الغذائي الرئيس لكثير من الطيور والأسماك. كما أنها تعمل بصورة فعالة على سرعة تحلل المواد النباتية والحيوانات الميتة في التربة.

كما تلعب بعض الأنواع من اللافقاريات دورا بارزاً، في تطور بعض المركبات الجغرافية. فالديدان تقوم بحفر التربة وتهويتها، وتوزيع المواد العضوية فيها، حيث يؤدي وجودها لخصوبة التربة. كما تقوم بنفس العملية مجموعات أخرى مثل النمل وعديدة الأرجل.

---

(1) الصديق محمد العاقل وآخرون:تلوث البيئة الطبيعية، الجامعة المفتوحة، طرابلس 1990.

ومن جهة أخرى، يؤدي موتها وتحلل أجسامها، كمصدر مهم للمواد العضوية في نسيج التربة. أما المحارات، فعلاوة على كونها تمثل غذاءً للأنواع الأخرى من الحيوانات، إلا إنها تقوم بتنقية المياه من الملوثات...

كما تشكل الأسماك، كتلة عضوية متحركة داخل المسطحات المائية، ومصدراً رئيساً لغذاء الإنسان والحيوان والطيور. وقد بلغ استهلاك الإنسان عام 1983م نحو 75 مليون طن من الأسماك. و تأتي في معظمها من المصائد الواقعة على الجروف والرفوف القارية في الأقاليم المعتدلة، حيث تتوفر الطحالب (فوق الحيود جمع حيْد) التي تمثل الغذاء الرئيس للأسماك، والتي يصل ارتفاعها أحياناً لأكثر من 50 متراً تحت سطح الماء.

كما تمثل الطيور غذاءً رئيساً لكائنات أخرى، إلا أنها تستهلك مجموعات كبيرة من الحشراتْ والنباتات، ولحوم بعض الكائنات الأخرى، كما تقوم بنقل البذور من مكان إلى آخر.

أما فيما يتعلق بإدخال الطيور من بيئة إلى أخرى، فقد تم إدخال نحو 150 نوعاً من الطيور مع الكابتن كوك في شهر تشرين أول من عام 1789م نجح منها نحو 24 نوعاً فقط. وكان معظمها من الطيور البريطانية. كما تم إدخال حيوانات أخرى بجانب الطيور إلى الأرخبيل النيوزيلندي[1]، ومنها الأيل المولد (السامبو) (Sambodeer) من الهند، والأيل الأحمر وحيوان القاقم الأوروبي والقطط من أوروبا. بالإضافة إلى أسماك الرياضة من فصيلة التروتة، ذات اللون الشبيه بقوس قزح، حيث وجدت بيئة صالحة في مجارى أنهار نيوزلندا.

أما فيما يتعلق بالصيد الجائر والقنص، من قبل الإنسان لهذا التكتل، الحيواني

(1) (شكل 26).

البري في الكرة الأرضية، فقد أدى الإفراط في الصيد، سواءً بقصد توفير الطعام والصوف والجلود والعاج، أو للأغراض الترويحية الرياضية أو بهدف التجارة في الحيوانات الأليفة، أو لمجرد القتل في حد ذاته، فكان السبب الرئيس في انقراض العديد من أنواع الحيوانات!!.

وقد قام الإنسان عبر تاريخه الطويل، بقتل وأسر الحيوانات، مما أدى خلال العشرة آلاف عام الماضية، لقتل الملايين من الحيوانات المختلفة، والدفع بها إلى حالة الانقراض[1]، كثور البيسون البري (Bison)، والذي كانت أعداده بمئات الألوف زمن الهنود الحمر. ولكن حينما وصل الأوروبيون لأمريكا الشمالية، بالرغم من مطاردة هنود السهول (Plains Indians) لهذه الحيوانات بالرماح والسهام، فقد ظلت قطعانها سليمة لم تمس حتى عام 1870م.

قال تعالى: ﴿ وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً نُّسْقِيكُم مِّمَّا فِي بُطُونِهَا وَلَكُمْ فِيهَا مَنَافِعُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿٢١﴾ وَعَلَيْهَا وَعَلَى الْفُلْكِ تُحْمَلُونَ ﴾ سورة المؤمنون الآيات 21-22.

وفي ذلك العام (1870م)، تحققت للولايات المتحدة وحدة ولايات الشمال، مع وحدة ولايات الجنوب والشرق مع الغرب زمن الرئيس إبراهام لنكولن. وبدأ الصيد الترويحي لأجل القتل للقتل فقط!!؟ من قبل الرجل الأوروبي الغازي لبيئة الهنود الحمر الأصليين في الأمريكتين. ولكن بعد إنشاء السكة الحديدية التي اخترقت القارة من الغرب إلى الشرق، عام 1869م بدأت عمليات القتل الحيواني بالجملة. ففي عام 1882م، تم قتل نحو 200 ألف رأس؟!، وفي عام 1883 تم قتل

---

(1) د. علي أحميدان: محاضرات في جغرافية الامريكيتين، كلية العلوم الاجتماعية وجامعة الامام محمد الاسلامية، 1979م.

نحو 40 ألف رأس؟!، بحيث لم يتبقّ منه حتى عام 1998 أكثر من 100 ألـف رأس، في ظل الحماية بالحدائق القومية للولايات المتحدة الأمريكية[1]!!؟.

وما يقال عن سهول الـبراري في الولايـات المتحـدة عـن حيـوان البيسـون، يندرج أيضا على سهول بادية الشـام الـتي كانـت تسـرح فيهـا قطعـان الحيوانـات العاشبة واللاحمة. ولكنها انقرضت كليا من هذه المنطقة. فقد أدىً الصيد الجـائر في شبه الجزيرة العربية وبادية الشام وبلاد الرافدين، إلى القضاء علـى ظـبي الصـحراء الأبيض (white desert lope) ذات الرأس والرقبة السـوداء، والـذي يعـد أصـغر أفراد المجموعة المارِيَّـة مـن فصـيلة الغـزلان (Oryx)، وهـي غـزلان المهـا العربيـة الجميلة، مما دفعها إلى الهروب إلى صحراء الربع الخالي. حيث تقل أعداده الآن عن 2000 رأس. وتوجد في محمية الشـومري بـالأردن، ومحميـة عمـان في مسـقط وفي سوريا، وربما تزيد أعدادها حاليا عن 3000 رأس في المحميات الطبيعية علاوة على ما ذكر في أطراف الربع الخالي المذكورة آنفا.

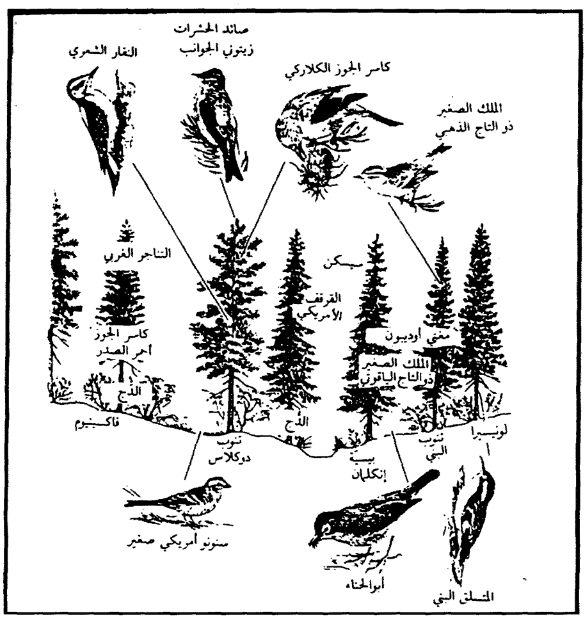
كما أدى تـدخل الإنسـان في إزالـة الغابـات في ولايـة لويزيانـا بالولايـات المتحدة، إلى تدمير المواطن الصالحة لطائر نقـار الخشـب، ذو المنقـار العـاجي، وإلى انقراض بعض الطيور القادرة على الطيران، مثل طـائر الكنـدور العمـلاق (النسـر الأمريكي) في كاليفورنيا.

كما أدى دخول حيوان الماعز إلى جزر جالا باجوس (gala pagos) الواقعـة في المحيط الهادي غرب الإكـوادور، إلى إزالـة النباتـات الـتي تشـكل، غـذاء رئيسـاً للسلاحف العملاقة في هـذه الجـزر. وأدى اسـتخدام مبيـدات الـذباب والجـرذان والطحالب إلى اختفاء طائر الباشق (يشبه الصقر)، وهـو أحـد الطيـور الجارحـة في

---

(1) صورة رقم (2) وصورة رقم (3).

بريطانيا، بعد استخدام هذه المبيدات عام 1955م. بينما تحافظ طيور الحقل الشائعة مثل طائر الشحرور (black bird) والقبرة وأبو الحناء (Rapin)، على حياتها بصعوبة بالغة وسط هذا الجو شبه السام. وما يقال عن هذه الطيور يمكن قوله على الفيلة الإفريقية، التي تتعرض للصيد الجائر للحصول على أنيابها الثمينة. وكان الصيادون لهذه الحيوانات يقومون بقتلها وجمع الأنياب والعاج، الأمر الذي حدا بمنظمة حماية البيئة العالمية، إلى منع صيد هذه الحيوانات، بل قامت بجمع أنياب الفيلة في كينيا، وألقت عليها المواد المشتعلة وأحرقتها، حتى تمنع استخدام هذه الأنياب على مستوى العالم كله.



شكل (25): شكل يوضح التوزيع الرأسي الطبقي للطيور في غابة صنوبرية باردة (عن Salt 1957)

الحيوانات البحرية:

وكما يقال عن الحيوانات البرية التي تعرضت بعض أنواعها للانقراض، نتيجة الصيد الجائر، فإن الحيوانات البحرية قد تعرضت هي الأخرى لهذا الصيد الجائر. فالحيتان الزرقاء التي تعيش في شمال المحيط الأطلسي، قد تعرضت إلى الانقراض، لولا حماية منظمة البيئة العالمية لهذا النوع من الحيتان، والتي بلغ عددها

عام 1981 نحو 15 حوتاً أزرقاً فقط. كما منع منعاً باتاً صيد الحيتان النادرة الأخرى كالحوت الرمادي وأسماك القرش والدلافين. كما اختفت العديد من الأحياء البحرية في بعض البحار، كالسمك البلطي في بحر البلطيق، بعد تعرضه للتلوث وتحوله لبحر ميت، نتيجة إلقاء المقذوفات الصناعية السامة في شواطئه. كما تعرضت مياه بعض الأنهار، كنهر النيل ونهر الفولفا ونهر الراين لإختفاء الأسماك منها بعد تعرضها للتلوث المائي المميت.

وظهر أخيراً في عام 1990م، السفن الصيادة التي تجر خلفها جرافة يبلغ طولها عشرات الكيلومترات، تجرف كل الحياة المائية في المنطقة التي تمر فيها، بحيث لا تبق للأسماك مادة غذائية، بل ينطبق القول المأثور عليها، (أمامها أخضر ووراءها يابس)؟ حيث تقوم بجرف الطحالب والأعشاب والعوالق النباتية والحيوانية مع الأسماك والدلافين وأحياناً الحيتان الصغيرة؟؟

حماية الحيوانات البرية والبحرية:

ما من شك أن قضية حماية هذه الثروة الحيوانية، هي أمر على غاية من الأهمية. وحتى يتحقق ذلك لا بد من اتباع الطرق والوسائل التالية وهي:

1. تشجيع الدول المتقدمة والنامية على حد سواء، على إنشاء المحميات الطبيعية بهدف حماية الأنواع، النباتية والحيوانية البرية والبحرية المهددة بالانقراض، لتظل أمام الأجيال المقبلة شواهد على الأنظمة البيئية المتنوعة لهذا الغلاف الحيوي.
2. تعتبر هذه الحيوانات في تلك المحميات، مكان للترويح والاستجمام والدراسات العلمية، والبيئية والثقافية. ومن أمثلة هذه المحميات، المتنزهات القومية (National Parks) والتي تصبح فيها الحيوانات البرية والبحرية والنباتات، في مأمن من كل التعديات. بالإضافة لكونها كمتنزهات وأماكن ترويح للسكان.
3. لقد سبقت الدول الأوروبية جميعها والولايات المتحدة واليابان، غيرها من

الدول النامية في هذا المجال، حيث بدأت في إنشاء هذه المحميات داخل بلدانها، بمساحات كبيرة، تصل أحياناً لمئات بل آلاف الكيلو مترات المربعة، كمحميات ثور البيسون بالولايات المتحدة والدببة القطبية، والذئاب والغزلان البرية في روسيا، ومحميات غزلان النو في السهول الكينية بإفريقية والفيلة والنّعام والخراتيت والحيوانات اللاحمة كالأسود والنمور والفهود والضباع والكلاب البرية وغيرها.

4. بدأت الدول العربية بعيد الحرب العالمية الثانية، في إنشاء المحميات الطبيعية. وكانت أولاها في الأردن مثل محمية الشومري في حوض الأزرق، بمساحة 22 ألف دونم، وإطلاق غزلان المها العربية ذات اللون الأبيض فيها، بجانب طيور النعام والحمر الوحشية والذئاب والأرانب والثعالب. وكلها حيوانات محلية من بيئة بادية الشام التي أشرفت على الإنقراض. كما تم إنشاء محميات للحيوانات البرية في سوريا وعمان والإمارات العربية والسعودية وليبياالعظمى، وغيرها لتحقيق هذا الهدف، وهو حماية الحيوانات البرية لهذا الجيل والأجيال القادمة.

5. يجب توفير مصادر المياه الدائمة، لقطعان الحيوانات البرية في المحميات القائمة، أو التي ستقوم بإنشائها الدول المعنية مستقبلا، بجانب توفير الأعلاف والعناية البيطرية، وأحاطتها بالأسلاك المتشابكة بحيث لا تنتقل إليها عدوى الأمراض من الحيوانات السائبة خارج المحميات.

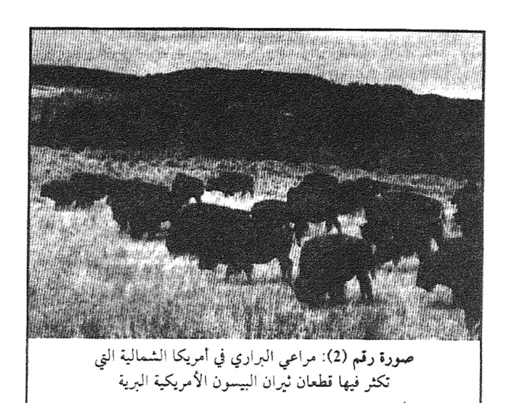
6. توفير الغذاء للحيوانات اللاحمة داخل المحمية؛ لخلق توازن بيئي فيها بين الحيوانات العاشبة، والحيوانات اللاحمة. وذلك بالإكثار من الأرانب والغزلان الصغيرة لسد حاجة الحيوانات اللاحمة في المحمية.

وعليه، كان على المجتمع البشري المعاصر، التكاتف والتعاون على المستوى القطري والقومي والعالمي، للمحافظة على النباتات الطبيعية والحيوانات البرية، سواء كانت طيورا أو ثدييات، أو أسماك أو مواشي، كثيران

البيسون ووحيد القرن، والفيلة والزرافات وغزلان الرنة، بجانب الأسود والنمور والفهود، والذئاب والضباع والكلاب البرية وغيرها. بالإضافة إلى الحيوانات البحرية، والتي أشرفت على الانقراض، من أهمها الحوت الأزرق الضخم والحوت الرمادي والحيوانات البرمائية، مثل فرس النهر والتماسيح الأمريكية (القاطور) وتماسيح نهر النيل والسلاحف وحيوانات القُندس وطائر الكندور وغيرها، للمحافظة على الغلاف الحيوي من التدمير أو التلوث والانقراض.

7. تنظيم النسل لوقف الانفجار السكاني الحالي، الذي يضاعف الطلب على موارد الغلاف الحيوي المتاحة؛ من حيوانات ونباتات، كالصيد الجائر والرعي الجائر، وقطع أشجار الغابة لشدة الطلب عليها. بالإضافة لما ينجم عن هذا الانفجار من تكدس السيارات في المدن، وزيادة السمية الغازية بأجوائها الحضرية، بجانب النفايات الصلبة التي تصدر يوميا عن هذه التجمعات السكانية الهائلة، والمياه العادمة الناتجة عن المصانع والمنازل وغيرها.

إن وضع سياسة علمية مدروسة لهذا الوضع، سوف يؤدي إذا ما اتبعنا تنظيم النسل والاستغلال الراشد والمتوازن، بين المتاح من مواردنا الطبيعية وبين احتياجاتنا اليومية، سوف يؤدي حتما إلى إيجاد التوازن في غلافنا الحيوي والهام؛ وبين بقائنا كمجتمع بشري يعيش عليه وله.



صورة رقم (2): مراعي البراري في أمريكا الشمالية التي تكثر فيها قطعان ثيران البيسون الأمريكية البرية



صورة رقم (3): منظرا جانبيا للحشائش والأشواك الصحراوية في بادية المملكة العربية السعودية مع الإبل

وصفوة القول، إنه إذا ما أعدمت النباتات بأنواعها المختلفة، يترتب على ذلك انعدام بعض أصناف الحيوانات، التي يعتمد عليها المجتمع البشري المعاصر، وبالتالي استحالة وجود الحياة البشرية فوق سطح هذا الكوكب، الذي حباه الله بهذا الغلاف الحيوي، واندثرما عليها من تقدم وعمران ابتكره أو صنعه الإنسان لبني البشر، ودوام بقائهم فوق سطح هذا الكوكب الجميل[1].

(1) د. علي احميدان: جغرافية السكان (مدخل علم السكان) عمان، 2001م.

الفصل الثاني عشر

أهمية الطاقة والمعادن الفلزية

في النظام البيئي

الفصل الثاني عشر

أهمية الطاقة والمعادن الفلزية في النظام البيئي

أولاً: مصادر الوقود الحفرية (الأحفورية).

ثانياً: المعادن الفلزية.

الفصل الثاني عشر

أهمية الطاقة والمعادن الفلزية في النظام البيئي.

تعتبر الطاقة والمعادن من الموارد الهامة التي تدعم ركب المسيرة الصناعية، ويخوضها العالم المعاصر اليوم. وقد بدأت أهمية الطاقة تأخذ مكانتها منذ منتصف القرن الثامن عشر حتى وقتنا الحالي، وسوف تستمر إلى أن يشاء الله تعالى. وتتميز هذه المصادر كموارد طبيعية، والتي في معظمها موارد غير متجددة. كما أنها تتصف بعدم العدالة في توزيع أماكنها على سطح الأرض.

وتعتبر الشمس بوجه عام، عن طريق ما تطلقه من أشعة شمسية مختلفة، المصدر الرئيس لتوفير الطاقة التي تعتمد عليها جميع أشكال الحياة الأرضية.

وتتسبب هذه الطاقة الشمسية في تحريك الغلاف الحيوي للأرض، بوساطة ما تولده من حرارة وضوء ورياح. ومن أهم الفوائد الحيوية للشمس، أنها تساعد النباتات في النمو والإنتاج. وهذا بدوره يؤدي إلى أن الكائنات الأخرى من حيوانات وكائنات مجهرية دقيقة والإنسان، تستطيع هي الأخرى الحياة والبقاء فوق سطح هذه الأرض التي حباها الله دون غيرها بهذه السمات.

ولم يقتصر الأمر على الطاقة الشمسية فحسب، والتي تعتبر المصدر الرئيس لكل أشكال الطاقة، وإنما هناك مصادر أخرى تتمثل في الطاقة الأحفورية، والطاقة الهوائية والطاقة الحرارية لجوف الأرض، والطاقة الكهربائية الناجمة عن حركة الأمواج البحرية والمساقط المائية، والطاقة الناجمة عن حركة المد والجزر، والطاقة النووية[1] والطاقة العضوية المتجددة.

(1) شكل (19) يوضح دورة الطاقة في الحياة فوق اليابسة.

كما يلاحظ أنها تتركز في مناطق معينة بكميات كبيرة، وتقل أو تختفي في مناطق أخرى. كما أنها تتفاوت في درجة أعماقها ما بين الموارد السطحية أو المكشوفة وبين الموارد العميقة.

ونتيجة لتزايد الإنتاج الصناعي وتكثيفه، زادت معدلات الاستهلاك زيادة كبيرة. حتى بات يخشى عليها من خطر النضوب السريع. ومن هنا بدأ العالم يهتم بالمحافظة عليها وصيانتها، وإطالة أمدها بصورة أو بأخرى، حفاظا على ركب المسيرة الصناعية.

وسوف نتناول هذه المصادر كل على حدة كما يلي:

أولاً: مصادر الوقود الحفرية (الاحفورية):

تعتبر هذه المصادر المحرك الرئيس، للآلات والمصانع ووسائل النقل المختلفة، التي تغطي ما نسبته نحو 95٪ من إجمالي مصادر الطاقة المختلفة في العالم. ومما يجدر ذكره، أن صيانة هذا المورد وحمايته، وترشيد استهلاكه، لا يسهم فقط في حمايته من خطر النضوب والنفاذ السريع، وإنما يقلل أيضا من أخطار التلوث. وتنقسم مصادر الوقود الحفرية إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي:

1. مصادر الوقود الصلبة (Solid Fuel).
2. مصادر الوقود السائلة (Liquid Fuel).
3. مصادر الوقود الغازي (Gasious Fuel).

1. مصادر الوقود الصلبة (Solid Fuel):

وتتمثل هذه المصادر في الفحم الحجري بأنواعه المختلفة والصخر الزيتي. ويعتبر الفحم الحجري من أقدم المصادر الحفرية استخداما، ومن أكثرها احتياطا وإنتاجا. حيث بلغ إنتاج الفحم بما في ذلك فحم اللجنيت عام 1972م نحو ثلاثة

مليارات طن متري سنويا. وقد بلغت الكمية المنتجة في الفترة من عام 1860 حتى عام 1970 نحو 133 مليار طن. وهي كمية كبيرة جدا، إذا ما قورنت بالكمية المنتجة خلال السبعة قرون السابقة لعام 1860م، والتي بلغت فقط 7 مليارات طن.

ولحسن الحظ أن العالم يضم كميات كبيرة من احتياطي الفحم، بلغت حسب تقديرات عام 1971م بنحو 8610 مليارات طن. وتركز معظمها في أراضي الاتحاد السوفييتي السابق (روسيا الاتحادية والدول المستقلة حاليا)، حيث يمتلك لوحده نحو 5900 مليار طن. هذا بخلاف الرصيد الهائل من الصخر الزيتي الذي يزيد إلى الضعف عن هذا الرقم؟ أي بمقدار أحد عشر ألف مليار طن.

ويستطيع هذا الاحتياطي الضخم لهذه المادة، إذا ما قورن بمعدل الاستهلاك الحالي، أن يكفي العالم كله لمدة أربعة قرون متتالية؛ وبالتالي فلا خوف من استنزاف سريع للفحم الحجري. ولكن تكمن المشكلة في أن زيادة الضغط عليه، يدفعنا إلى البحث عنه في مناطق أكثر عمقا مما هو كائن في الواقع، وأكثر صعوبة في المواصلات. الأمر الذي يؤدي لزيادة مشكلات الإنتاج من ناحية، وتزايد أسعاره إلى الحد الذي يجعل استخراجه غير مجدي اقتصادياً من ناحية أخرى[1]. ولكن تكمن خطورته في تزايد التلوث الغازي بأكاسيد الكبريت والكربون والكربوهيدرات السامّة والتي تؤدي إلى سخونة الأرض.

2. مصادر الوقود السائلة (liquid fuel):

ويمثلها البترول الذي يساهم بنحو 45٪ من حجم الطاقة المستغلة عام 2006م، إذا ما قورن بما نسبته 13٪ فقط عام 1925م. فقد زاد استهلاك العالم من

(1) د. محمد القصاص: الانسان والبيئة، منشورات (اليسكو) بالتعاون مع الأمم المتحدة للبيئة، القاهرة، 1987. ص25-69.

البترول خلال الفترة من عام 1925-2006 بنحو 28 مرة. حيث وصل حجم الاستهلاك عام 2006 بنحو 3.8 مليار طن تقريبا.

أما بالنسبة للاحتياطي لهذا الشريان الحيوي، فقد قدر عام 1971 م بنحو 87 مليار طن، منها 50 مليار طن في منطقة الشرق الأوسط لوحده. ونحو 13 مليار طن في الاتحاد السوفييتي السابق (روسيا الاتحادية حالياً) وغرب أوروبا والصين ونحو 6 مليارات طن في الولايات المتحدة الأمريكية. وإذا ما تمكن الإنسان من تطوير وسائل استخراجه، وزيادة الأعماق عما هو قائم حالياً وهو 25 ألف قدم (7500متر)، فإن رقم الاحتياطي ربما يرتفع إلى نحو 240 مليار طن.

ومع استمرار معدل التزايد الإنتاجي الحالي من هذا الوقود السائل، فقد وصل الإنتاج العالمي منه عام 2003م لنحو 10 مليارات طن سنوياً.

وسوف يزداذ نصيبه من الطاقة نحو 90٪ من إجمالي الطاقة المستخدمة. وإذا ما ربطنا بين حجم الإنتاج الحالي عام 2003م وبين كمية الاحتياطي، فإن عمر هذا الوقود السائل من السنوات على أحسن الاحتمالات، لا يتعدى ما بين تسعة إلى عشرة عقود قادمة.

3. مصادر الوقود الغازي (Gaseous Fuel):

وتتمثل هذه المصادر في مادة الغاز الطبيعي، الذي اتسع استخدامه مع تطور تقنية لإسالته وتخزينه ونقله. وقد ارتبط الغاز في البداية بمناطق البترول. ولكنه بدأ يظهر مؤخراً في بعض المناطق، التي لم تعرف البترول قط، مثل اكتشاف الغاز الطبيعي في منطقة أبو ماضي في شمال الدلتا في مصر. حيث استخدم في مصنع سماد طلخا.

وقد تزايد الإنتاج العالمي من الغاز الطبيعي، بما يوازي 48 مليون طن في عام

1925م، إلى ما يعادل 1307 ملايين طن فحم عام 1975م. ويعتبر هذا المعدل زيادة سريعه، حيث تضاعف إنتاجه خلال تلك الفترة بأكثر من ست مرات تقريباً.

ويخص الولايات المتحدة الأمريكية من هذا الإنتاج، أكثر من 871 مليون طن "فحم"، يليها الاتحاد السوفيتي سابقاً بنحو 240 مليون طن "فحم" ثم كندا بنحو 83 مليون طن "فحم". وتعتبر كندا من دول البترول الصناعية والتي استطاعت أن تستغل غازها المحلي.

وإذا كان الغاز الطبيعي "محلي- الاستخدام" بالدرجة الأولى، فإن الجهود تبذل حالياً لتخرج به من الدائرة المحلية، إلى الدائرة الدولية. وسوف يسهم مساهمة فعالة في تجارة الوقود الدولية. فقد قامت دول أوروبا الغربية عام 1986م، بافتتاح خط أنابيب غاز سيبيريا من الاتحاد السوفيتي السابق إلى أراضيها. بالرغم من معارضة الولايات المتحدة الشديدة لذلك المشروع أثناء الحرب الباردة.

كما تركز هذه الجهود حاليا على إسالة الغاز (Liquidation) وبناء الناقلات الثلاجة لهذا الوقود السائل؛ بالإضافة إلى مد خطوط الأنابيب الكبيرة، بحيث يضخ فيها الغاز من مناطق إنتاجه إلى أماكن استهلاكه.

وفي الواقع إن إسالة الغاز الطبيعي، سوف يحمي ويصون هذا المورد الهام من الضياع. فعلى سبيل المثال، نجد أن دول الخليج العربي قد أحرقت عام 1972 نحو 851 مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي. وهي كمية تعادل نحو 65٪ مما يستهلكه العالم في ذلك الوقت.

وتتم عملية إسالة الغاز على مرحلتين هما:

أ. يتم في المرحلة الأولى تبريده إلى درجة حرارة 34مئوية تحت الصفر. ويتم بعد ذلك فصل البوتوغاز (البيوتان).

ب. أما في المرحلة الثانية، فيبرد إلى درجة 136 درجة مئوية تحت الصفر، وهي الدرجة التي يصبح فيها الغاز سائلاً.

ثم تقوم الناقلات بعد ذلك بنقله إلى مواقع الاستهلاك. وهي ناقلات عبارة عن ثلاجة حاوية كبيرة دائمة، تحافظ على درجة حرارة الغاز في حالة السيولة. وتقضي الخطة العالمية لتسييل الغاز، لانتاج ما يعادل 400 إلى 500 مليون طن متري (فحم) في عام 1985م. وقد تمت أول خطوات إسالة الغاز في ولاية ألاسكا عام 1969م. وصدرت الشحنة الأولى منه إلى اليابان. كما صدرت دولة بروناي (Brunei) أول شحنة من الغاز السائل عام 1972م. كما أقامت الجزائر، أكبر مصنع لإسالة الغاز الطبيعي، حيث عقدت صفقة لتصدير الغاز السائل إلى الولايات المتحدة تقدر قيمتها بنحو مليار دولار لمدة عشر سنوات.

كما أقامت الإمارات العربية المتحدة، مصنعا لإسالة الغاز الطبيعي عام 1974م، وتقوم الناقلة هيلي، بنقل هذا الغاز من أبو ظبي إلى طوكيو بحمولة تبلغ نحو 125 ألف متر مكعب.

ومن الجدير بالذكر، أن نقل الغاز الطبيعي على المستوى الدولي، لازال محدود لغاية عام 1986؛ ولم يكن يتم نقل سوى 15٪ فقط من إجمالي الغاز المنتج في العالم. ويتم نقل الغاز بين كندا والولايات المتحدة وبين الاتحاد السوفييتي وأوروبا الغربية عام 1986، وبين إيران والاتحاد السوفييتي السابق وبين الصين الشعبية وروسيا الاتحادية، خلال العقود القادمة من القرن الواحد والعشرين الميلادي بعد توقيع اتفاقية شنغهاي عام 2005م بين البلدين.

أما فيما يتعلق بنقل الغاز بوساطةالناقلات الثلاجة فلا يتجاوز سوى 2٪ فقط.

وبدأ يلوح في الأفق في الواقع- خطر استنزاف موارد الطاقة الحفرية للأسباب التالية:

1. البترول

إن معظم الاحتياطي من البترول والذي يمكن استغلاله بتكاليف معقولة،

ربما ينتهي خلال الثلاثة عقود القادمة من عام 2000م حتى عـام 2030م. ويصبح الاحتياطي الباقي من بعد ذلك في مواقع صعبة الاستخراج؛ وترتفع معهـا الكلفـة الإنتاجية. وحتى إذا ما أخذنا هذا الاحتياطي العميق والمتاح، فإن عمر البترول لا يتعدى الـ 100 سنة القادمة[1].

وقد نشرت مجلة البترول في عام 1993 احتياطي البترول في الـدول العربيـة وغير العربية كما يتضح من الجدول التالي:

جدول رقم (11) يوضح توزيع احتياطي البترول في الدول العربية وغير العربية بالمليار برميل عام 1993م.

اسم الدولة	كمية الاحتياطي من البترول
السعودية	261.2 مليار برميل
الامارات العربية المتحدة	98.1 مليار برميل
الكويت	96.5 مليار برميل
العراق	100 مليار برميل
ليبيا العظمى	45 مليار برميل
الجزائر	9.2 مليار برميل
عمان	4.7مليار برميل
مصر	3.6 مليار برميل
سوريا	2.5 مليار برميل
اليمن	4 مليار برميل
تونس	1.7 مليار برميل
قطر	3.730 مليار برميل
البحرين	110 ملايين برميل
إجمالي الدول العربية للاحتياطي هو	630.34 مليار برميل

(1) مجلة منظمة اوبك تقرير الأمين العام السنوي العشرون، طرابلس الغرب، 1993م.

أما الدول غير العربية في منظمة الأوبك فهي:

اسم الدولة	كمية الاحتياطي من البترول
ايران	92.860 مليار برميل
فنزويلا	63.330 مليار برميل
نيجيريا	20.991 مليار برميل
اندونيسيا	5.780 مليار برميل
الغابون	2.349 مليار برميل
الاكوادور	1.600 مليار برميل
المجموع الكلي	188.820 مليار برميل إنتاج الدول غير العربية في هذه المنظمة.

أ. وبذلك بلغ مجموع الاحتياطي للدول العربية 630.340 مليار، والدول غيرالعربية 188.820 مليار، ليصبح المجموع في ذلك العام نحو 818.368 مليار برميل في تلك الدول. هذا بخلاف الاحتياطي في روسيا والصين والولايات المتحدة الأمريكية وغيرها.

ب. أما احتياطي الدول العربية من الغاز الطبيعي فقد بلغ في ذلك العام نحو 21 ألف مليار متر مكعب، وهي كمية تغطي الاحتياج لمدة لا تقل عن 100 عام قادمة.

ج. أما الفحم وإن كان يضم احتياطي هائل من هذه المادة الصلبة، إلا أن مشكلته أصبحت تكمن في احتوائه على نسبة عالية من مادة الكبريت، تتراوح ما بين 1٪ في الفحم الأسترالي إلى ما بين 3-5٪ في الفحم الأمريكي. مما يجعل من الصعوبه بمكان، الاستمرار في استخدامه لما يحدثه من تلوث غازي شديد للبيئة، في وقت بدأت فيه معظم الدول تعزف عن استخدام هذه المادة، إلى استخدام الغاز الطبيعي والطاقة الكهربائية والطاقة الحيوية، والبترول والطاقة النووية وغيرها من البدائل الممكنة، حفاظا على نظافة البيئة وسلامة الإنسان بالدرجة الأولى.

2. الطاقة الكهربائية:

تعتبر الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة النظيفة. وتمثل المصدر الثاني بعد مصادر الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة. وقد زاد استخدامها في العقود الثمانية الماضية من القرن العشرين الماضي زيادة ملحوظة، وخاصة بعد نجاح نقل الكهرباء لمسافات طويلة تزيد عن الـ 1000 ميل. وفي بداية القرن الواحد و العشرين، أصبحت شركات الكهرباء القطرية في مصر والأردن ودول اتحاد المغاربة العربي، ودول سوريا ولبنان والعراق وتركيا منظومة واحدة، في توفير هذا المصدر الرخيص للطاقة والنظيف عند الاستخدام، بحيث حينما يكون وفر للطاقة في الأردن تعطي مصر في منطقة نويبع، وحينما يكون وفر لدى الأردن على حدود سوريا تعطي إلى سوريا في منطقة درعا وحوض اليرموك. وسوف ترتبط تيارات الضغط العالي مع خطوط الضغط العالي في أوروبا خلال السنوات القليلة القادمة.

وبالرغم من هذه المزايا للطاقة الكهربائية، فما زالت لا تزيد عن 7٪ من إجمالي الطاقة المستهلكة في العالم العربي وعن 2٪ من استهلاكي الطاقةفي العالم.

ففي عام 1986 قدرت الكميات المستهلكة لمصادر الطاقة كلها في العالم بنحو 6308 ملايين طن (فحم)؛ منها 132 مليون طن فحم فقط للطاقة الكهربائية (2٪) كما تتضمن الطاقة الكهربائية، الطاقة المتولده في المساقط المائية النهرية، بنوعيها الطبيعي والصناعي، وطاقة الأمواج وطاقة المد والجزر. وإذا ما نظرنا إلى احتياطي وإمكانيات الطاقة الكهربائية في العالم، فسوف نجدها توازي نصف الطاقة المنتجة من مصادر الوقود الحفري، ولكنها غير مستغلة. لأن معظمها يقع في الدول النامية في آسيا وإفريقية وأمريكا اللاتينية. حيث لا يزيد المستخدم منها حاليا عن 7٪ فقط. ومما يحول دون الاستثمار الكامل لهذه الطاقة في هذه الدول النامية، أن هناك بعض المعوقات، كصعوبه التمويل للمشاريع المقترحة، وعزلة بعض المجاري المائية، وعدم توفر الصناعة المستهلكه الأعظم لهذه الطاقة.

أما طاقة الأمواج، وإن كانت لا تزال في طور التجربة، إلا أنه تبذل محاولات جادة لصناعة أجهزة دقيقة وحساسة، تستطيع توليد الكهرباء من طاقة الأمواج. ويقوم معهد علوم البحار في سكربس (Scrips) بتجريب هذه المحاولة.

كما نجحت التجارب في توليد الطاقة من المد والجزر؛ وتم تنفيذها في بعض المشاريع الكهربائية. فمن المعروف أن وضع الأرض في مجال الجاذبية بين الشمس والقمر، هو مصدر طاقة للمد في المسطحات المائية. وهي عملية طبيعية مستمرة ومتاحة تشتغل بوساطة الإنسان. وتتلخص الطريقة في حجز مياه المد من خلال إنشاء سدود معينة، تكفل لمدى كاف من الانحدار أو السقوط يصل نحو 30 قدماً (9 أمتار) ثم يسمح للمياه بالجريان عبر توربينات خاصة لتوليد الكهرباء. والحقيقة أن الإمكانيات المتاحة لتوليد الكهرباء من طاقة المد مازالت محدودة نسبياً. ومع هذا فإن الأمل يحدونا في أن تنجح تقنياً صناعة التوربينات في تصنيع توربينات شديدة الحساسية، لحركة المد، بحيث تستفيد من كل طاقة كامنة في حركة المد والجزر. وقد تم إفتتاح محطة لتوليد الكهرباء من المد في شمال غرب فرنسا عام 1966م، بطاقة إنتاجية تقدر بنحو 240 ميجاوات.

3. الطاقة النووية:

تعتبر هذه الطاقة من المصادر الجبارة، التي تستطيع أن تولد طاقة ضخمة جداً، يمكن من خلالها مواجهة الاحتياجات المطردة في استهلاك الطاقة. وقد بدأ استخدامها في الأغراض السلمية، بعد أن أثبتت قدرتها الرهيبة والمخيفة في مجال الحروب. ففي عام 1969 بلغ انتاج الكهرباء من اليورانيوم نحو 61 مليار كيلووط/ ساعة من إجمالي إنتاج الطاقة في العالم، والتي بلغ حينذاك نحو 4570 مليار كيلووط/ ساعة. وقد زاد الاهتمام بالطاقة النووية، كمصدر رئيس للطاقة في المستقبل، بعد معاناة أزمة البترول عام 1973م، واحتمالات نضوب احتياطيه خلال فترة زمنية قصيره لا تتعدى المائة سنة.

ونتيجة لتلك الظروف فقد تم ابتكار المفاعل الذري المتعدد الأغراض (Multiple Purpose Reactor) فكان بذلك نقطة تحول كبيرة في استخدام الطاقة النووية هذه.

ولكن ربما يتبادر للذهن السؤال التالي، هل التوسع في استخدام الطاقة النووية أمر مرغوب فيه؟؟ أو بمعنى آخر، هل لهذا الاستخدام مضار خطيرة على الإنسان والبيئة؟؟ وهل كمية الاحتياطي من اليورانيوم في العالم، كافية لسد حاجة الاستهلاك البشري من الطاقة الكهربائية أو الاستخدامات العسكرية؟؟

في الواقع إن موضوع التوسع في استخدام الطاقة النووية، يواجه معارضة شديدة من جانب أنصار حماية البيئة، خوفا من مخاطر التلوث البيئي. بينما يلقى تأييداً من جانب أصحاب الأعمال والصناعة. ويقول المؤيدون أن استهلاك الولايات المتحدة من الكهرباء، يتضاعف مرة كل عشر سنوات، على أساس أن الثلاثين سنة الأخيرة بين 1940-1970 قد تضاعف إلى نحو ثلاث مرات، وبالتالي فإن استخدام الطاقة النووية تعتبر هي المصدر القادر على مواجهة هذه الزيادة المطردة في استهلاك الكهرباء.

أما الرأي المعارض لهذا الاستخدام، فهو يخشى من مشكلة التلوث الذري. إذ يرى أنه من الأهمية بمكان، البحث عن مصادر بديلة ونظيفة مثل الطاقة الشمسية والطاقة الأرضية. أضف إلى ذلك أنه لو تم التوسع في استخدام الطاقة النووية، فإن احتياطي اليورانيوم مهدد بالنضوب والنفاذ خلال فترة زمنية قصيرة نسبياً. وقد تبين من الاجتماع الذي دعت إليه الوكالة الدولية للطاقة الذرية في مدينة فيينا في شهر نيسان عام 1976، أن العالم يحتاج لنحو أربعة ملايين طن من اليورانيوم حتى عام 2000 ميلادية، لمواجهة التوسع في إستخدام الطاقة النووية لتوليد الكهرباء وتحلية مياه البحر.

وعليه، أصبح من الضروري اكتشاف مصادر جديده لليورانيوم، تقدر بنحو 600 ألف طن سنويا بدلا من الزيادة الحالية، والبالغة 80 ألف طن فقط!! وطالب الخبراء بالبحث عن اليورانيوم، باستعمال التقنية المتقدمة والأقمار الصناعية وغيرها؛ وإلا واجه العالم مجاعة في اليورانيوم خلال العقود القادمة. ومن ثم فإن تطوير مصادر الطاقة المتجددة، هي الأمل الوحيد في صيانة موارد الطاقة من ناحية، وحماية البيئة ونظامها القائم من مخاطر التلوث.

لقد حدثت عملية تسرب من الأفران الذرية عام 1977 في نيويورك بالولايات المتحدة، والتي تموّن المدينة بالكهرباء، وكادت تحدث كارثة، لولا أن رجال الاختصاص سيطروا على الوضع تماماً. كما حدث تسرب آخر في لندن من الأفران الذرية لإنتاج الكهرباء في بريطانيا، إلى أن صدر قرار حازم بمنع استخدام الأفران الذرية لإنتاج الكهرباء. وما حادثة تشرنوبل عام 1986م، في أكرانيا وتسرب الإشعاعات الذرية وتلوث البيئة، والنباتات والمواشي والألبان- ببعيدة عن ذاكرتنا، بالإضافة إلى الضحايا التي بلغت عدة آلاف!!.

ولهذا ففكرة استخدام الأجهزة لهذا الغرض غير عملية، إلا إذا استطاع رجال التقنية من إيجاد وسائل أكثر أمناً مما هو في الواقع، حفاظا على الإنسان من ناحية، والنظام البيئي من ناحية اخرى.

4. الطاقة الشمسية (Solar Energy):

تعتبر الطاقة الشمسية من أكبر مصادر الطاقة وفرة على سطح هذا الكوكب. حيث يبلغ معدل الطاقة الشمسية على سطح الأرض في العروض المعتدله نحو كليو وات ساعة في كل متر مربع. ولكنها تزداد في المناطق الحارة إلى أضعاف هذه الكمية. ويمكن حساب إجمالي الطاقة الشمسية الكلية على سطح الأرض، بنحو 20 ألف مرة من إجمالي الطاقة المستخدمة سنويا في العالم. وقد دلت نتائج

الدراسات العلمية في مصر، على أن حرارة الشمس الساقطة على المتر المربع من الأرض طيلة العام، يعطي ما يوازي 250 كيلو غراما من البترول.

كما اتضح من تلك الدراسات، أن حرارة الشمس فوق الكيلو متر المربع الواحد في الصحراء الغربية لمصر، كافيا لإعطاء الطاقة اللازمة لتحويل 500 طن من ماء البحر، إلى مياه عذبة يوميا. وإذا ما أخذنا متوسط كمية الطاقة الشمسية التي يستقبلها سطح الأرض، وهو 250 كيلووط/س لكل متر مربع، فإن محطة توليد طاقة تقدر بنحو 1000ميجاواط، تستطيع أن تغطي احتياجات مدينة بحجم 1.5 مليون نسمه من الطاقة الكهربائية. حيث أنها تحتاج لسطح تجميع يبلغ نحو 16 ميل مربع. وقد نجحت بعض الدول في استخدام الطاقة الشمسية في تحلية المياه المالحة،كما حدث في الاتحاد السوفييتي سابقا الذي استخدم حرارة الشمس الساطعة، بوساطة المرايا المجمعة في تقطير نحو 75 ألف طن، من المياه المحلاة سنوياً في إقليم قرة- قورم كارا- كوم (Kum–Kara) للشرق من بحر قزوين. وذلك لسقاية المواشي في تلك المنطقة الجافة.

كما قام الرعاة في أستراليا بإستخدام المقطر الشمسي (Solar Still)، لتحلية مياه الآبار المالحة لسقاية الحيوانات؛ حتى أصبح لكل مرعى (Ranching)، مقطر خاص به. كما توصل معهد بحوث الطاقة الشمسية في ألمانيا، إلى صناعة نوعا من المرايا المغطاة بطبقة من البلاستيك، لمقاومة الصدمات. وتمتاز تلك المرايا، بقدرتها الفائقة على تركيز أشعة الشمس لتسخين المياه.

وقد بدأ استخدامها فوق أسطح المنازل، لتسخين المياه وطهي الطعام وتجفيف الفاكهة. كما تم إنتاج عدسات تجميعية لأشعة الشمس، وتحويلها إلى طاقة كهربائية على يد الدكتور هانز كلانيواشتر خبير الطاقة الشمسية في ألمانيا. وطبقت في العديد من الدول، منها الأردن التي أقامت محطات تجميع لإنتاج الكهرباء، للإضاءة

والتبريد والتدفئة في كل من محطات القطرانة والحسا وجرف الدراويش على طريق عمان- معان- العقبة ونجحت لحد كبير عام 1984م.

كما تجرى الأبحاث العلمية للتوصل إلى طريقة عملية لتخزين الطاقة الشمسية لمواجهة فترة غياب الشمس، وذلك بتحويل الكهرباء إلى غاز الهيدروجين الذي يمكن تخزينه تحت الأرض مثل الغاز الطبيعي أو بإسالته. وتجرى الآن الأبحاث لتطوير هذه الطريقة، والوصول بها إلى نتائج إيجابية واقتصادية. ومن ثم يصبح من السهولة بمكان تخزين الطاقة الشمسية، ونقلها من مكان لآخر. كما بدأت أخيراً صناعة بطاريات شمسية، تستخدم في تحريك السيارات وغيرها من المركبات. وقد جرت محاولة لتسيير حافله على البطاريات الشمسية بسرعة 90 كم بالساعة في ألمانيا عام 1991م.

وفي الواقع أنه إذا ما تم النجاح في استخدام هذا المصدر الهائل والمتجدد والنظيف، فسوف يتحقق للبشرية كلها إنجاز تقني على غاية من الأهمية. حيث ستقلل من آلام العطش والجوع، وتساهم في تخضير المناطق الجافة وشبه الجافة ومقاومة التصحر، وبالتالي وضع حل جذري لمعضلة التلوث الهوائي في الكرة الأرضية.

5. الطاقة الأرضية (Geothermal Energy):

تعتبر هذه الطاقة من المصادر النظيفة في البيئة. ومن المعروف أن درجة الحرارة الأرضية، ترتفع في المتوسط بمعدل 1.5 درجة مئوية كلما تعمقنا لمسافة 200 قدم (61.68 متراً تقريبا). وبسبب الضغط العلوي الذي يرفع درجة الغليان، فإن المياه على عمق درجة الغليان وهي 100 درجة مئوية، فإنها لا تغلي. ويقال إن المياه وصلت إلى مرحلة Sup Heated. فإذا أمكن رفع المياه الحارة هذه إلى مستوى

يسمح لها بالغليان، فإن البخار سيتولد، وبالتالي سوف يكون المصدر الرئيس للطاقة الحرارية الأرضية.

ولحسن الحظ أن هناك بعض المناطق، التي تكون فيها طبيعة الصخور المحلية، أفضل في رفع درجة الحرارة. حيث تزداد الحرارة بمعدل أكبر من المتوسط، وخاصة في مناطق البراكين أو في مناطق الكسور الجيولوجية، والينابيع الحارة كحمامات ماعين بالأردن. ومن ثم يمكن الحصول على قوة البخار من على أعماق أقل.

ويقدر أن حجم الطاقة الحرارية الأرضية المختزنة حتى عمق 10 كيلومترات، يمكنها إنتاج أقل من 1٪ من إجمالي الطاقة في العالم. وقد بدأت بعض الدول تستغل فعلا هذه الطاقة، حيث أقيمت المشاريع، لاستغلال هذه الطاقة. وقد قدِّر حجم الطاقة الأرضية المستغلة حتى عام 1980 بما يوازي خمسة ملايين طن فحم.

ومن أهم الدول التي استغلت هذه المصادر في العالم، هي ايسلندا ونيوزيلندا وايطاليا والولايات المتحدة الامريكية واليابان. ففي الولايات المتحدة الأمريكية مثلا، صدّق الكونغرس الأمريكي (مجلس الشيوخ الامريكي) في شهر كانون أول من عام 1970م على قائمة بالمناطق التي يمكن استغلالها في توليد الطاقة الأرضية. وقد استثني منها مناطق الحدائق العامة.

ويقدر أن حجم الطاقة التي يمكن أن تستغل من هذا المصدر، في الولايات المتحدة في ظل التقنية الحالية، بما يوازي 350 مليون طن فحم. فمشروع جيزرس Geysers الذي تم تنفيذه في عقد الثمانينات من القرن العشرين الماضي، استطاع أن يعطي طاقة تقدر بنحو ما يعادل 120 مليون طن فحم سنوياً.

6. الطاقة الهوائية (Wind Energy):

يعتبر هذا المصدر من مصادر الطاقة من أقدمها جميعاً، ومن أقلها استخداماً في أيامنا هذه. وتستغل هذه الطاقة في إدارة المراوح الهوائية (Wind Mill) لسحب

المياه الجوفية. وإدارة التوربينات لتوليد الكهرباء. ولكن من معوقات استخدام هذا المصدر، أنه من الصعوبة بمكان، التحكم في انتظام حركة الرياح وسرعتها. حيث أن الرياح التي تقل سرعتها عن 18 ميل في الساعة لا تعطي طاقة كبيرة.

وقد أنشأت بعض الدول المراوح الهوائية الكبيرة، لاستغلالها في إنتاج الكهرباء في كل من منطقة عجلون بالأردن ونجحت لحد كبير. كما استغلت من قبل العدو الصهيوني في أراضي فلسطين المحتله. كما اتجهت الأردن أخيراً في عقد الثمانينات من القرن العشرين الماضي، إلى استغلال الصخر الزيتي في منطقة اللجون شرقي الكرك، لإنتاج نحو 1.2 مليار برميل وذلك لارتفاع نسبة البترول في الصخر إلى نحو 10٪. وهي نسبة مجدية اقتصاديا لحد كبير. بالإضافة إلى اكتشاف كميات احتياطي في منطقة القطرانه، تزيد عن ثلاثة أمثال الرقم المذكور آنفاً. وذلك للتخفيف من حدة عجز الطاقة في الأردن، فقد بدأت الأردن أثناء حرب الخليج عام 1990/ 1991، لتسيير السيارات حسب برنامج محدد يوم للسيارات، ذات الرقم الفردي، وفي اليوم التالي للسيارات ذات الرقم الزوجي، إلى أن قام العراق الشقيق بتزويد الأردن بكل احتياجاته من البترول.

من كل هذا، نرى أن مصادر الطاقة الرئيسة المستخدمة حاليا، هي مصادر الطاقة الحفرية بما نسبته أكثر من 95 ٪. وهي في نفس الوقت من مصادر الطاقة غير المتجددة. وعليه، فإن استمرار الضغط المطرد عليها، يعرضها لخطر النضوب والنفاذ السريع. ومن هنا نجد أن استراتيجية التخطيط لصيانة موارد الطاقة، ترتكز على عاملين رئيسيين هما:

أ. ضغط أوترشيد الاستهلاك بالنسبة لمصادر الطاقة غير المتجددة وهي المصادر الملوثة للبيئة.

ب. التوسع في استخدام مصادر الطاقة المتجددة، وهي المصادر النظيفة وصديقة البيئة.

وفيما يتعلق بضبط الاستهلاك وترشيده لمصادر الطاقة غير المتجددة، فإن العالم بدأ يدرك هذه الحقيقة، وخاصة بالنسبة للبترول، الذي يمثل أكثر مصادر الطاقة استخداماً.

ونتيجة لحرب تشرين أول عام 1973، وحدوث أزمة البترول، وزيادة أخطار التلوث في البيئة، أصبح في مقدمة الأولويات التي دفعت العالم العربي بصفة خاصة، إلى سن القوانين والتشريعات التي تحد من استهلاك البترول.

ومن أهم الإجراءات التي بدأت في تطبيقها، بعض الدول الأوروبية مثل هولندا وبلجيكا وايطاليا وألمانيا وسويسرا والنرويج وغيرها من الدول، في تطبيق نظام تحريم قيادة السيارات الخاصة في أيام الأحد من كل أسبوع. كما لجأت بعض الدول الأخرى مثل أستراليا وألمانيا، إلى إجبار مالك السيارة بعدم استعمال سيارته في يوم لوحة تشير إلى ذاك اليوم أو الأيام الأخرى الممنوعة الحركة فيها بسيارته.

وقد أدت كل هذه الإجراءات إلى نتائج إيجابية، سواء من حيث توفير وضبط استهلاك الوقود أو تقليل التلوث. ومن الإجراءات التي بدأت تتخذها الدول المتقدمة بهذا الصدد، هو تنظيم حركة المرور لتفادي الاختناقات، وبطء حركة السير من أجل تقليل استهلاك الوقود. فمن المعروف أنه يزداد مع حركة المرور العادية داخل المدن، نسبة استهلاك البترول ما بين 30-40٪ عما هو عليه الحال في الطرق الطويلة خارج المدن. وفي نفس الوقت، بدأت تتخذ من الإجراءات ما يكفل تقليل السرعة القصوى، في الطرق الطويلة السريعة (High way) كماتبين من الدراسة التي أجريت بهذا المجال أيضاً، أن تقليل السرعة من 110 كم إلى 80 كم، يمكن أن يوفر من الوقود ما بين 25٪ إلى 30٪ من إجمالي الاستهلاك بالسرعة الأعلى. ففي الولايات المتحدة مثلاً، وجد أن تقليل السرعة ووضع حد أقصى

وهو 92 كم بالساعة، يمكن أن يوفر نحو 6.3 مليون جالون من البنزين (الجازولين)، أو بما نسبته 2٪ من إجمالى استهلاكه اليومي.

ومن الدول التي اتخذت قرارات تقليل السرعة، على الطرق السريعة ما بين 80-100 كم بالساعة، هي دولة النمسا وبلجيكا والدانمارك.

كما بدأت تقنية لتصميم الآلات والماكينات، تسهم بدورها في اختراع آلات من شأنها تقليل استهلاك الوقود. وفيما يتعلق بالتوسع في استخدام مصادر الطاقة المتجددة، فإنه يعتبر أمراً حيوياً، نظرا لسرعة استنزاف مصادر الطاقة غير المتجددة من ناحية، وتزايد الاستهلاك بوجه عام من ناحية أخرى. إذ يقدر أنه لو استمر معدل الاستهلاك من الطاقة في تزايده، كما هو الوضع عام 1970م، فإننا سوف نحتاج في عام 2003 إلى 18 مرة زيادة عن عام 1970م.

وهذا يعني أن فلسفة التخطيط لصيانة مصادر الطاقة، يجب أن تتجه نحو تنمية هذه المصادر المتجددة. ومما يشجع على الخوض في هذا المجال، نجاح التجارب الأولية وتطبيقاتها العملية بالنسبة للطاقة الشمسية، أو الطاقة الحرارية الأرضية أو الطاقة الكهربائية والهوائية. كما يمكن استخدام الهيدروجين في تحويل ثاني أكسيد الكربون في الهواء إلى أول أكسيد الكربون. ومع إضافة الهيدروجين إلى أول اكسيد الكربون، يمكن الحصول على الوقود السائل.

كما يجب أن يخطط لإنشاء معاهد علمية لبحوث الطاقة، تسهم في تطويرها وتمويلها الدول المعنية بهذا المجال. بهدف الإسراع في استخدام مصادر الطاقة النظيفة المتجددة كالطاقة الحيوية، ولكي تكون في متناول دول العالم المتقدمة والنامية على حد سواء، قبل أن نصل إلى اليوم الذي فيه نفاجأ بنضوب معين

البترول والغاز الطبيعي. وهي الشريان الحيوي لحركة المواصلات والتنمية الاقتصادية في الدول المختلفة.

ثانياً: المعادن الفلزية:

لا تقل هذه المصادر أهمية عن مصادر الطاقة المختلفة التي ذكرت آنفاً. ولولا المعادن الفلزية ما كانت الثورة الصناعية الأولى 1769، ولا الثورة الصناعية التقنية الثانية، بعيد الحرب العالمية الثانية مباشرة. وأصبحت الصناعة في الدول المتقدمة نَهِمة في الاستغلال الجائر لهذه المعادن المختلفة. إن استهلاك المعادن خلال القرن العشرين الماضي، قد بلغ حدا كبيرا، تجاوز قدرة الاحتياطي لبعض المعادن المطلوبة للصناعة. بحيث لا يمكن للدورات المعدنية الطبيعية تعويض هذه الكميات بالسرعة التي تفقد بها.

ويمكن إيضاح هذه الحقيقة بوساطة المعادلة التالية:

$$\text{معامل بقاء المعادن} = \frac{\text{كمية المعادن المتاحة}}{\text{كثافة السكان} \times \text{استهلاك الفرد من المعادن}}$$

وهذا يعني أن زيادة استهلاك المعادن بوساطة الناس في أغراض مختلفة، يقلل من معامل بقاء هذه المعادن على سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، لقد استهلكت الولايات المتحدة حتى عام 1945م، ما عندها من البوكسايت اللازم لصناعة الألومنيوم. وأصبحت في عام 1960م تستورد البوكسايت من الخارج من أجل صناعة الألومنيوم. وهذه الحقيقة تنطبق على كثيرمن الخامات الأخرى. حيث أن كمياتها الطبيعية محدودة. وإذا لم تحاول الدول المتقدمة إعادة تصنيع الكثير من هذه المواد، فإنها في طريقها إلى النضوب، كما يتضح من الجدول التالي:

جدول رقم (12): المعادن الفلزية واللافلزية المختلفة وآماد وجودها منذ عام 1965

اسم المعدن	أمد وجوده حتى عام	المعدن	أمد وجوده حتى عام
النحاس	2005	المنغنيز	2150
اليورانيوم	2005	الكروم	2505
البلاتين	1990	الحديد	2320
الذهب	1984	المولبديوم	2060
الفضة	1990	الغاز الطبيعي	2100
الرصاص	1980	البترول	2040
الكوبالت	2105	الفحم	3000
النيكل	2105	التنجستن	2005

وتشير المعلومات إلى نضوب، معين الكثير من المعادن في أكثر من موقع في العالم. كما عملت بعض الدراسات لتقدير العمر الزمني لمعظم المعادن الموجوده. وقد وضعت هذه التقديرات على اساس بقاء عدد السكان عند رقم 3.3 مليار نسمة عام 1965م. وإن الاستهلاك لن يزيد عما كان عليه الحال في ذلك العام (1965). وفي نفس الوقت لن يكون هنالك اكتشافات جديده لمعظم المعادن الواردة في الجدول، وإن مصادر المعادن غير الاقتصادية عام 1965، لن تستغل مستقبلاً. وبناء على هذه الاعتبارات حددت الأعمار الزمنية (الآماد) لكل معدن في قشرة الأرض، كما هي واردة في الجدول المذكور اعلاه[1]. هذا عام 1965 وعدد سكان العالم حينذاك 3.3 مليار نسمة لكن ما بالك ((أيها القارئ)) وعدد سكان العالم عام 2012 سيبلغ 7.2 مليار نسمة، يعني سوف يصل في بضع سنوات هذه المعادن إلى حد النضوب.

---

(1) Clark, R. and chris, F., and martin, A., Marine Pollution Oxford University press, F ourth edt.1998, PP. 61-76;

ويتضح من هذا الجدول، أن العمر الزمني للكثير من المعادن بات وشيكاً جداً. ومهما كانت التقديرات، ومهما كانت الاحتمالات، فإنها تشير لاحتمالات استنزاف سريع لمعظم المعادن. وهذا الوضع يفرض علينا أن نبادر من الآن للتخطيط لصيانة وحماية هذه الموارد الهامة، التي تلعب دورا استراتيجيا في مسيرة النهضة الصناعية والحضارة الحديثة. فهذه المعادن غير المتجددة معرضة للإستنزاف، في أي وقت من الأوقات ولا يمكن تعويضها. وعليه فلا بد من وضع خطة لصيانتها والترشيد في استهلاكها، على أسس علمية واتباع مايلي:

أ. إجراء مسح شامل لكل المناطق التي لم يتم مسحها جيولوجيا، للكشف عن مخازن جديده لهذه المعادن، أو الكشف عن معادن جديدة تسهم في تخفيف الضغط على المعادن المستخدمة حالياً.

ب. تطوير أساليب استخراج المعادن، بما يمكننا من استغلال الخامات ذات درجة التركيز المنخفضة من ناحية، وزيادة أعماق الاستغلال من ناحية أخرى.

ج. الاتجاه نحو استغلال الثروة المعدنية المذابة في مياه البحار والمحيطات، أو الكامنة في صخور أرضية هذه المسطحات المائية، والتي تغطي نحو 71٪ من إجمالي مساحة الكرة الأرضية. وقد كشفت الدراسات الجارية بهذا الصدد، أن نحو 62 عنصراً من الـ 92 عنصراً طبيعيا، هي مذابة في الماء، وبعضها مذاب بكميات كبيره تسمح بإستغلالها اقتصادياً.

د. إعادة تصنيع المنتجات المعدنية الخرده (Scrap) لتخفيف الضغط على المواد الخام من المعادن المختلفة، ومواجهة الزيادة المطردة في استهلاك هذه المعادن، مع التزايد السكاني الهائل في العالم، والبالغ نحو 7.2 مليار نسمة عام 2013.

إن عملية إعادة تصنيع المعادن، يمكن أن تطبق على أنواع معينة من المعادن المطلوبة، كمعدن الألومنيوم الذي يمكن إعادة تصنيعة بعد جمع الملايين من العلب

المستعملة في حفظ المأكولات والمشروبات، بالإضافة إلى ملايين الأطنان من الحديد، الذي يدخل في بناء السيارات والسفن والقطارات العاطلة عن العمل.

وصفوة القول، نرى من كل ماسبق ذكره، أن الموارد الطبيعية المتجددة منها وغير المتجددة، تتعرض لخطر الاستنزاف بصورة أو بأخرى. ويقتضي التخطيط لصيانتها وحمايتها بصفة عامة، مراعاة لبعض الأمور العامة، إلى جانب ماسبق ذكره، عند معالجة التخطيط لصيانة كل مورد على حدة[1].

ونستطيع أن نوجز هذه الاعتبارات فيما يلي:

1. ضرورة التخطيط لضبط النمو السكاني، ومحاولة تثبيت السكان عند القدر البالغ 7.2 مليار نسمة أو ما يقارب هذا. أي الوصول إلى ما يسمى بمعدل صفر النمو السكاني (Zero Population Growth). إذ أن نمو السكان المطلق، يضغط بشدة على هذه الموارد، مما يهدد باستنزافها ونضوبها، فضلاً عما يرافق الزيادة الاستهلاكية، من زيادة في حجم الملوثات المائية الهوائية والأرضية.
2. مراعاة القواعد الإيكولوجية (Ecological Bases) عند استغلال الموارد الحياتية، لنضمن استمرار العطاء. وهذا يتطلب نظاما بيئيا بإدارة كفوءه عاقلة وراشدة، لتضع في أعتبارها تنمية مستدامة وبيئة نظيفة، دون قطع جائر أو رعي جائر للغابات والمراعي، مع ضبط وترشيد عند استخدام الأسمدة الكيماوية، والمبيدات الحشرية السامة، واستخدام مياه الري بالتنقيط بدلا من الغمر، للمحافظة على توازن النظام البيئي المحكم.
3. تقليل الطلب على الموارد الطبيعية،وخاصة الموارد غير المتجددة، من خلال تغيرعادات الاستهلاك وطرق الإنتاج، وخاصة في المجتمعات الصناعية. وهذا

(1) Ibid.

يقودنا إلى ضرورة اللجوء إلى فكرة الاستخدام المتعدد الأغراض، ووضع ميزانية لمعدلات الإستخدام لتتواءم وتتوازن مع معدلات التعويض.

4. خلق الوعي البيئي الخاص بطرق الصيانة، وأهميتها لدى الناس الذين يتعاملون مباشرة مع موارد البيئة، حتى لايساء إستغلالها. وهنا يجب أن تصبح قضية التعليم البيئي والوعي البيئي، قضية أساسية في صيانة الموارد والمحافظة عليها. حيث أن المشكلة لا تكمن فقط في عدد السكان، وإنما في أسلوب الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة.

إن التعليم والوعي البيئي، قادران على إحداث التغيير الاجتماعي والاقتصادي، اللذين يعتبران أساس صيانة النظام البيئي.

5. يجب أن توجه العناية نحو استغلال البحار والمحيطات، التي تغطي نحو 71٪ من إجمالي مساحة الكرة الأرضية. حيث أن أكبر التحديات التي تواجه الجيل الحالي، هو كيفية استغلال هذه المساحات الضخمة البكر. فالبحار والمحيطات، هي مصدر رئيس للغذاء خاصة البروتينيات الحيوانية، وكذلك هي مصدر أيضا للطاقة وللكثير من المعادن، التي هي في طريقها للنضوب والنفاذ من اليابس. وما من شك في أن استغلال موارد البحار، سوف يخفف بكل تأكيد الضغط الشديد على الموارد الطبيعية البرية في سطح اليابس[1]. حيث ثبت علمياً أن الدونم الواحد في البحار والمحيطات بالولايات المتحدة والمحتوي على نباتات الطحالب البحرية، يمكن أن ينتج نحو عشرة آلاف لتر من الطاقة الحيوية المتجددة لتسيير المركبات الآليه كمادة صديقة ونظيفة للبيئة العالمية.

(1) Ibid

الفصل الثالث عشر

التصحر: تعريفه وأشكاله، مؤشراته ودرجاته ومخاطره

الفصل الثالث عشر

التصحر: تعريفه وأشكاله، مؤشراته ودرجاته ومخاطره

أولاً: تعريف التصحر.

ثانياً: أسباب التصحر.

ثالثا: أشكال التصحر.

رابعاً: مؤشرات التصحر.

خامساً: درجات التصحر.

الفصل الثالث عشر
التصحر، تعريفه وأشكاله، مؤشراته ودرجاته ومخاطره

أولاً: تعريف التصحر:

التصحر بمفهومه العام، هو زحف الصحراء على الأراضي الزراعية والرعوية والعمرانية، وتحويلها من أراضٍ منتجه، إلى أراضٍ ضعيفة الإنتاج. ثم تتحول إلى أراضٍ متصحرة، ينجم عنها هجرة سكانها لمناطق أخرى أكثر إنتاجية. أي أن هذه الظاهرة البيئية، تؤدي لإحداث خلل بيئي في النظام الأيكولوجي من الناحيتين الطبيعية والبشرية على حد سواء.

وهناك من يعرف التصحر، بأنه تغير في العوامل الطبيعية لرقعة من الأرض، محدثا أضراراً بيئية، تجعلها أقل ملاءمة للحياة البشرية. وهو كذلك تعبير عن امتداد العوامل البيئية الصحراوية، إلى مساحات جديدة من الأراضي المعمورة، بسبب التغيرات المناخية أو بسبب تصرفات الإنسان الخاطئة اتجاه موارد البيئة أو كليهما معا.

وتشمل العوامل المناخية المؤدية للتصحر، إما تعرض المناطق المعمورة بشريا، لفترات من الجفاف الحاد قصيرة الأمد، وأما طويلة الأمد، وأما للتغيرات البيئية الناجمة عن سوء استغلال الإنسان.

وتشمل انكماش المسطحات الخضراء (الكساء الأخضر)، من حيث إزالة الغطاء النباتي أو الإسراف في الزراعة، وموارد المياه الجوفية والسطحية أو تلوثها أو الرعي الجائر، مما يقود لهذا الغول المدمر الذي يدعى بالتصحر[1].

(1) Sybil, P.P.; Encyclopedia Of Environmental Science. New York 1980/P p.325-401

كما يعرفه آخرون، بأنه زحف أو امتداد الظروف الصحراوية، التي أفرزتها العوامل الطبيعية مثل الجفاف؛ أو البشرية كالممارسات الخاطئة للإنسان أثناء عمليات الاستغلال الاقتصادي لموارد البيئة، كالرعي الجائر. وتدمير الغابات وإغراق التربة بمياه الري المالحة، وبالتالي تدمير التربة، مما يؤدي بالتالي إلى انخفاض إنتاجية الأرض إن لم يكن انعدامها كليا.

تعتبر حواف الصحاري وهوامش البوادي العربية، و أراضي الواحات وسط الصحاري، من أكثر المناطق تعرضا لهجوم التصحر. وتدمير الغطاء النباتي ونسيج التربة، والسحب الجائر لموارد المياه الجوفية، مما يؤدي إلى تملحها وبالتالي نضوبها، الأمر الذي يقتضي تنمية مستدامة وبيئة سليمة خالية من المشكلات البيئية؛ والمتمثلة في التلوث بأشكاله المختلفة وبالتصحر بدرجاته الثلاث، وتدمير الغطاء النباتي أو انجراف التربة، وهجرة السكان من تلك البيئات المنكوبة.

وهناك تعريف آخر في نشرة الأمم المتحدة للتصحر، وهو نقصان أو هدم وتخريب الأراضي الزراعية، مما يؤدي في نهاية المطاف إلى ظروف وحالات شبيهة بالصحراء[1].

وطبقا لتقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة، فإن التصحر يؤثر على نحو 80٪ من مساحة المراعي الطبيعية، في الأراضي شبه الصحراوية (الحدية). حيث تقدر مساحتها بنحو 31 مليار دونم، وعلى نحو 60٪ من أراضي الزراعة المطرية، أي نحو 3500 مليار دونم، بالإضافة إلى تأثيره على نحو 30٪ من إجمالي مساحة الأراضي المروية، والتي تقدر بنحو 400 مليون دونم. كما أن هناك بعض المناطق التي تعرضت للتصحر، حيث فقدت أكثر من 25٪ من إنتاجيتها.

---

(1) محمد بن ماجد الفراج: التصحر مجلة العلوم والتقنية، 6، 5، 7، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الرياض. 1988.

كما قدر مؤتمر الأمم المتحدة المنعقد في مدينة نيروبي عام 1977، إلى أن مساحة الأراضي المهددة بالتصحر، قد قدرت بنحو 45 مليون كيلو متراً مربعاً. أي ما يوازي 35٪ من إجمالي مساحة اليابس، ويسكنها نحو 850 مليون نسمة في ذلك العام.

أما في وطننا العربي، فقد تعرضت مساحات شاسعة من أراضيه لخطر التصحر، بسبب سيادة المناخ شبه الجاف والجاف والذي يغطي نحو 90٪ من مساحته الإجمالية.

ثانياً: أسباب التصحر:

يمكن حصر أسباب التصحر في العالم بوجه عام؛ والوطن العربي على وجه الخصوص فيما يلي:

1. التغيرات المناخية التي تتعرض لها المناطق المعنية بالدراسة. وتكون هذه التغيرات إما قصيرة الأمد وإما طويلة الأمد. فينعكس على الغطاء النباتي والمياه والتربة، والحيوانات البرية وبالتالي على الإنسان. فالوطن العربي تعرض بعد تراجع الزحف الجليدي قبل 30 ألف سنة، للفترة الجافة الدفيئة حاليا؛ فانعكس على موارد البيئة الطبيعية والبشرية، الأمر الذي أدى لاستشراء ظاهرة التصحر في أكثر من 90٪ من مساحة أراضيه، الممتدة من موريتانيا غرباً حتى الخليج العربي شرقاً.
2. الضغط الشديد على سحب المياه الجوفية بطريقه جائرة، مما أدى إلى تملحها وبالتالي تدمير المحاصيل الزراعية في المناطق شبه الجافة والجافة، كوادي فاطمة قرب مدينة جدة وحوض الأزرق وواحاته، ووادي الضليل بالبادية الأردنية وسهل الجفاره في ليبيا العظمى.
3. الرعي الجائر في المناطق الهشة بيئيا في حواف البوادي العربية أو ما يطلق عليها

بالمناطق الحدية، والقضاء على البادرات النباتية في المناطق المنكوبة بإزالة الكساء الأخضر، نتيجة لهذا الأسلوب الاستغلالي الجائر، مع تزايد أعداد رؤوس المواشي.

4. ومما زاد المشكلة تعقيدا؛ استخدام الآلات والمكائن الزراعية في المناطق الحدية (هوامش الصحاري) شبه الجافه والجافه أقل من 200 ملمتر، الأمر الذي زاد في تفكك نسيج التربة الهش، وتعرضها بالتالي للتذرية (Deflation) بفعل الرياح العاصفة، وبداية انجرافها مثل منطقة الهامش الصحراوي على جانبي خط سكة حديد الحجاز بالأردن، وسهل الجفارة في ليبيا العظمى، وحواف الصحاري الكبرى والنفوذ والربع الخالي وسيناء والقرن الإفريقي وغيرها.

5. القطع الجائر لأشجار وشجيرات الغابات المستمر،سواء في الدول العربية أو الأجنبية، وعدم زراعة ما اقتطع من تلك الأشجار ليبقى التوازن البيئي قائم، بين التربة والأشجار الحامية والحافظة لها من التعرية والانجراف، كما حدث في شمال المملكة المغربية، ومرتفعات شرق الأردن المطلة على الغور وغيرها.

6. عدم زراعة الأراضي الرعوية بالبادرات النباتية، والشجيرات الرعوية وحمايتها وسقايتها في الثلاث سنوات الأولى من حياتها، وتنظيم الرعي فيها، بالإضافة إلى زراعة النباتات العلفية كالشمندر السكري والشعير البري والذره، والدخن والقطف والكوخيا والسبيلة وغيرها، لسد حاجة قطعان الماشية المتزايدة والتي بلغت في الوطن العربي نحو 400 مليون رأس عام 2013م. وبالتالي حماية نسيج التربة في المناطق الهشة بيئيا؛ من التعرية والتفكك والانجراف بفعل النحت المائي والنحت الهوائي.

7. عدم تشجيع البحوث والدراسات العلمية والتطبيقية، على مستوى الوطن العربي لوضع الحلول الجذرية لهذه المعضلة البيئية الخطيرة؛ التي انتشرت في أراضينا العربية بشكل ملحوظ.

8. فقدان الإعلام البيئي خاصة في وطننا العربي، بالتركيز على خطورة هذه الظاهرة، وتنوير وتوعية الرأي العام العربي المحلي والقومي، إلى كيفية التعامل مع موارد البيئة، خاصة في المناطق المهددة بالتصحر كهوامش البوادي العربية.
9. عدم وضع خطط علمية مدروسة وشاملة، للمناطق التي تضررت من زحف التصحر، وتوفير الأموال اللازمة للتصدي لهذه المشكلة ووضع الحلول العلمية والجذرية لها.
10. التزايد السكاني المطرد في الوطن العربي خاصة، حيث بلغ نحو 400 مليون نسمة عام 2013م، بعدما كان نحو 40 مليون نسمة عام 1900م. وهذا العدد يحتاج للمنتجات الحيوانية من اللحوم ومشتقات الألبان؛ مما زاد في أعداد رؤوس المواشي، وبالتالي تدمير الكساء الأخضر في المناطق الرعوية الهشة بيئيا.
11. كما أن توالي سنوات القحط والجفاف على أراضي الوطن العربي، قد ساهم بدوره في تدمير المراعي والقضاء على الكساء الأخضر، الذي يحافظ على نسيج التربة من التعرية والانجراف، وبذلك هيأ الأقاليم المهددة بالتصحر على استشراء هذا الغول المدمر فيها، كما حدث في دول الساحل الأفريقي بين عامي 1968-1975م، وفي الأردن في عامي 1960م و1999م كأجف عامين مرت على الأردن في القرن العشرين الماضي.
12. زحف التصحر الحضري في المدن الرئيسه، سواء في وطننا العربي خاصة أو العالم الخارجي بوجه عام. فمدينة مثل مدينة عمان عاصمة المملكة الأردنية، كانت رقعتها المبنية عام 1945 لا تتجاوز الـ2 كيلو متر مربع، فأصبحت عام 2013 نحو 1700 كيلو متر مربع، منها نحو 350كم^2 أراضي مبنية، والباقي أراضي مكشوفة. وهي من أخصب الأراضي في غرب وشمال غرب مركز المدينة. حيث أن نمو المدن سكانيا ومكانيا، واتساع رقعتها على حساب الأراضي الريفية الزراعية المحاذية لها، قد فقدت آلاف الكيلو مترات المربعة، من

تلك الأراضي من الدرجة الأولى زراعيا. كما يعتقد أن نحو 3 آلاف كم^2 من الأراضي الزراعية؛ تفقد سنويا بسبب التصحر الحضري. فقد فقدت اليابان ما بين عامي 1960م- 1970م نحو 7.3٪ من أراضيها الزراعية لهذا الغرض. كما فقدت النرويج 1.5٪ وهولندا 4.3٪ لإقامة المباني والمنشآت الصناعية والطرق والأنفاق وكافة أنواع الخدمات الأخرى[1].

ثالثا: اشكال التصحر:

يمكن حصر أشكال التصحر بوجه عام فيما يلي:

1. الكثبان الرملية المتحركة.
2. استزراع الأراضي شبه الجافة والجافة.

أ. الكثبان الرملية المتحركة:

فما من شك أن ظاهرة زحف الرمال المتحركة، تعد مؤشراً خطيراً ومدمراً للمعمور من الأرض، سواء أكان زراعياً أم رعوياً أم سكنياً وصناعياً. بل تمثل الدرجة القصوى من مستويات التصحر الخطيرة، بالمنطقة المنكوبة بهذه الآفة البيئية. إذ تسبب ظاهرة زحف الرمال Sand Encroachment أخطاراً كبيرة. فهي تزيد في تدهور الأمن الغذائي، الذي يعاني منه وطننا العربي، المصاب بهذه المشكلة، ويحرم الثروة الحيوانية من مناطق الرعي، بسبب تدهور الغطاء النباتي من ناحية، والتربة من ناحية أخرى. كما تقضي على مساحات شاسعة من التربة الزراعية، التي تخصص لزراعة المحاصيل الحقلية والأشجار المثمرة.

---

(1) د. علي حسين أبو الفتح، علم البيئة، جامعة الملك سعود ط 2 الرياض، 1995ص 156 الى 159.

كما أنها تزحف على المناطق السكنية في المدن والبلدات، والقرى والطرق، وكافة أنواع الخدمات الاجتماعية؛ والمنشات الصناعية كبيرها وصغيرها. كما حدث في شرق المملكة العربية السعودية، وبالأخص واحات الإحساء. لقد أقامت دول الخليج الست خلال الثلاثة عقود الأخيرة وحتى اليوم، صروحاً من البنى الأساسية لطرق المواصلات وقنوات الري، والسدود والخزانات والاتصالات السلكية واللاسلكية؛ والمزارع النموذجية والمصانع، كمصانع البتروكيماويات في الجبيل مثلا، وكلها مجتمعة أصبحت تهددها ظاهرة الكثبان الرملية المتحركة.

وما من ريب، أن الحفاظ على البيئة وحماية نوعيتها من التدهور، من خلال ترشيد الأنشطة البشرية المختلفة؛والتأكد من عدم تأثيرها سلباً عليها، هو الالتزام الرئيس لهذا الجيل اتجاه الأجيال القادمة تحت عنوان (تنمية مستدامه وبيئة نظيفة).

ب. استزراع الأراضي الصحراوية:

تتنوع طرق وأساليب استزراع الأراضي شبه الجافة والجافة، طبقا لتنوع مصادرها المائية. فهناك الزراعة الجافة القائمة على مياه الأمطار ومياه السيول والمياه الجوفية. وفيما يلي وصف مختصر لطرق استزراع الأراضي الصحراوية وهي كمايلي:

أ. الزراعة الجافة (Dry Farming).

ب. الزراعة المعتمدة على مياه السيول.

ج. الزراعة المعتمدة على المياه الجوفية.

أ. الزراعة الجافة: ويعتمد هذا النمط من الزراعة على مياه الأمطار فقط. وتنحصر هذه الزراعة في المناطق شبه الجافة، والتي تسقط عليها كميات وفيرة نسبياً

كالسهول العليا، أمام مقدمة جبال الروكي بالولايات المتحدة وفي أراضي الضفة الفلسطينية. ومن أهم المحاصيل الناتجة فيها هي الشعير والبطيخ والقثائيات والطماطم والتين والعنب والتين الشوكي والفستق الحلبي والرمان.

ب. الزراعة المعتمدة على مياه السيول: ويعتبر هذا النمط من الزراعة في المناطق شبه الجافة، نوعا هاما من أنواع الاستغلال الزراعي للبيئة الشبه صحراوية. حيث يقوم المزارعون بإقامة السدود والحواجز، على مجاري السيول لحجزها، حينما تتعرض لعواصف رعدية قوية. حيث تقوم بتوجيهها، ومن ثم توزيعها على مساحات كبيرة من الأراضي المستوية، كالدالات المروحية، ذات التربة الغرينية عند حضيض الجبال. وهي طريقة جرى اتباعها لتحسين المراعي، في كثير من المناطق الشبة صحراوية خاصة؛ وبالتالي زراعة جوانب الأودية التي تقام عليها تلك الحواجز والسدود.

ج. الزراعة المعتمدة على المياه الجوفية: يعتمد هذا النمط من الزراعة، على مياه الري من الآبار الارتوازية، والتي تتصف مياهها بتزايد كميات الأملاح في محلول التربة الزراعية. وهذا ما يؤدي إلى تدهور تلك التربة وفقدان خصوبتها. ويتفاوت عمق الآبار المنتجة للمياه الجوفية ما بين عدة أمتار، إلى 20 مترا أحياناً، وبين أكثر من دلك بعشرات أو حتى مئات الأمتار.

وتتغذى تلك الآبار غالبا من مياه الأمطار المتسربة لباطن الأرض، عبر الطبقات الصخرية للخزانات الجوفية. وتتجمع فوق الطبقات المانعة. كطبقة الطين الكلسي من التسرب للطبقات المنفذة الأخرى تحتها.

وفي أثناء تسربها تذيب قدرا كبيرا من الأملاح، التي توجد في التربة، قبل أن تصل إلى خزانها الجوفي. أي أن مياه الآبار الجوفية تمثل محلولا ملحيا، تعتمد درجة تركيزه على كمية الأمطار الساقطة في المنطقة المعنية بالدراسة. وحينما تكون

الأمطار غزيره نسبياً في سنه من السنوات، تصبح الأملاح في الآبار مخففة لحد كبير، وحينما تقل الأمطار في السنوات الجافة يزداد تركيزها.

وعليه، فلا بد من بذل الجهود المستمرة، لمتابعة ومراقبة نسبة الأملاح في تلك المياه قبل استخدامها للري. بل التوقف عن استخدامها إذا ما زادت نسبة الملوحة فيها عن الحد الآمن. وقد ظهرت في الآونة الأخيرة خلال القرن العشرين الماضي، أجهزة مراقبة لتحديد نسبة الملوحة في البئر الأرتوازي، حيث تركب مضخة على البئر لتحقيق هذا الغرض.

ومن المفضل استغلال مياه الري من الآبار، لسقاية الأشجار المثمرة بطريقة الري بالتنقيط (التقطير). أي تعطى المياه بواسطة أنابيب البلاستيك المثقوبة، لتروي الشجرة بكميات قليلة حول ساقها، الأمر الذي يتطلب اختيار النباتات المناسبة للبيئات شبه المتصحرة، مثل الفستق الحلبي والتين الشوكي (الصبر) والرمان والنخيل والتين، والليمون الحامض والجريب فروت والبوملي والخضار المختلفة.

ولعل تملح التربة في مناطق واحات الأزرق ووادي فاطمة قرب جدة ووادي الضليل في البادية الأردنية، وسهل الجفارة في ليبيا هو أكبر مؤشر على نضوب المياه الجوفية وزيادة ملوحتها؛ وبالتالي تدمير الترب الزراعية في تلك المناطق. كما عانت الأراضي المروية حول سد الفرات في سوريا، وفي جنوب العراق من هذه المعضلة البيئية لعدم توفر قنوات الصرف.

رابعاً: مؤشرات التصحر:

هناك عدة مؤشرات ودلائل لظاهرة التصحر، التي تصيب المناطق البيئية الجافة وشبه الجافة ومنها ما يلي:

1. تدهور المراعي الطبيعية وقلة الغطاء النباتي في المنطقة المنكوبة بالتصحر.
2. القطع الجائر للأشجار والشجيرات وتحويل الأراضي لمزارع.

3. تعرية وتخريب تربة المزارع بفعل السيول السطحية والرياح العاصفة.
4. ظهور الكثبان الرملية الزاحفة مثل الطعوس على المناطق المعمورة بشريا.
5. إغراق الأراضي الزراعية المروية بكميات كبيرة من المياه، نتيجة لأساليب الري الخاطئة، مما جعلها أراضي غير صالحة للزراعة.
6. تملح الترب الزراعية في البوادي العربية، في كل من سوريا والأردن، والعراق والسعودية وليبيا و تونس لإستخدام الري بالعجز السطحي وعدم وجود قنوات للصرف وارتفاع نسبة الملوحة في نسيج التربة.
7. قلة المخزون المائي الجوفي والسطحي، ونضوبه غالبا في بعض المناطق الجافة، وعدم القدرة على تخضير الأرض والتصدي لمشكلة التصحر المخيفة.
8. إزالة الغطاء النباتي بواسطة أسلحة الدمار الشامل وبفعل ملوثات الهواء الصناعية.

وفي الواقع نجد أن المناطق التي أُضيرت بهذه الآفة البيئية، قد تعرضت في معظم أراضيها لمؤشرات التصحر.

إذ نجد أن منطقة الهامش الصحراوي بالأردن، كعينة للدراسة عن ظاهرة التصحر، تغطي ما مساحته 18 مليون دونم (18 ألف كم^2). وتمتد على جانبي خط سكة الحديد الحجازي. وكانت تمثل منطقة رعي رئيسة في الأردن، حتى بداية عقد العشرينات من القرن العشرين الماضي. وأصبحت في عام 2013م منطقة مدمرة بيئيا؛ من حيث التربة والنبات وشبه خالية من السكان، بعد تركهم لحرفة الرعي نهائيا.

وقد أخذت الرياح العاتية منها كل مأخذ. ففتكت فتكاً شديداً في نسيج التربة العاري من الكساء الأخضر، الأمر الذي يؤكد على دخول الغول المدمر (التصحر)؛ بكل سهولة ويسر لتلك المنطقة المنكوبة، مما دفعني لدراسة هذه المنطقة في بحث علمي، مقدم لمعهد الإدارة العامة، كمتطلب لبرنامج الإدارة العليا خلال

عام 2000م. وحذرت فيه من زحف التصحر على شريط المعمور من الأراضي الزراعية، الواقعة غربي خط سكة حديد الحجاز. كما اقترحت تسخير المياه المعالجة العادمة من المدن الأردنية لتخضير هذه المنطقة وترميمها.

وهناك خبراء آخرون، أدلوا بدلوهم في توضيح خطورة هذه الآفة البيئية، مثل الباحث ايكهولم (ECKHOLM) عام 1975 حيث قال: تغطي المناطق الحارة جدا (قلب الصحاري)، أكثر من ثلث مساحة اليابس في سطح الكرة الأرضية. ويغلب على هذه الأراضي مساحات شاسعة من الرمال الخالية من الحياة؛ تتخللها عند توفير المياه واحات (خضراء أو جزر خضراء)، وسط محيط من الرمال المتحركة. أما المناطق التي تقع على حواف تلك الصحاري الحارة جدا، فهي مناطق شبه جافة وجافة نسبيا، حيث تتدرج بين هاتين المنطقتين، ويعتبر الماء في كلتا المنطقتين هو العامل الطبيعي المحدد لوجود أو عدم وجود النبات والحيوان وبالتالي الإنسان.

كما تعرضت الحافة الجنوبية للصحراء الكبرى، للجفاف المتلاحق بين عامي 1968 حتى عام 1975م، فعانت كل الدول الواقعة ضمن ذلك النطاق المنكوب، من دولة السنغال غربا،حتى دولة الصومال شرقا. فقضت على مئات الألوف من الماشية، واجتثت الأشجار والشجيرات سواء للوقود أو الرعي الجائر، فساهمت في دخول التصحر بجانب الجفاف الشديد لتلك المنطقة المنكوبة.

ومن المؤشرات التي تشير إلى ذلك، أن أشجار السنط أو الطلح (Acacia) كانت متواجده في النطاق الواسع، إذ ذكرت المصادر العلمية أن هذه الشجرة كانت موجودة في مدينة الخرطوم عام 1955م، ولكنها في عام 1972م، اختفت كليا، ولم تظهر إلا على بعد 90 كم جنوب تلك المدينة[1].

(1) د. عبد المنعم بلبع وماهر نسيم: تصحر الأراضي، مشكلة عربية وعالمية. الإسكندرية/ 1994 ص20-ص90.

وقد قدر المختصون في دراسات البيئة، أن الغطاء النباتي يزحف بوجه عام للجنوب من حافة الصحراء الكبرى (أو ساحلها)؛ بمعدل يتراوح ما بين 7-8 كيلومترات سنويا، نتيجة لزحف التصحر في نفس الاتجاه جنوباً.

وما يقال عن حافة الصحراء الكبرى الجنوبية، يندرج على حافتها الشمالية (ساحلها الشمالي) حيث يستمر التصحر بالزحف شمالا صوب الأقطار العربية، مثل اتحاد دول المغاربة العربي ومصر. بمعدل أسرع من حافتها الجنوبية؛ حيث قدر بنحو 10 كيلومترات سنويا، ولم يقتصر الأمر على زحف التصحر، على جانبي الصحراء الكبرى الشمالي والجنوبي، ولا على أطراف صحراء النفوذ شمال السعودية، ولا أطراف الربع الخالي في جنوبها، بل تعداه إلى المناطق الأكثر مطرا ونباتا نسبيا منها، كحواف بادية الشام في سوريا والأردن والعراق والسعودية، بالإضافة إلى إقليم مدينة الإحساء المهدد بغزو التصحر، في شرق المملكة العربية السعودية، بجانب نضوب الخزان المائي الجوفي في سهل الجفارة في ليبيا العظمى. وغزو المياه البحرية المالحة لذلك الخزان، الأمر الذي أدى لتنفيذ النهر الصناعي العظيم لمواجهة شح المياه وتصحر التربة. ولم يقتصر الأمر على تلك الدول المذكورة، بل امتد التصحر إلى جنوب وغرب العراق (بادية السماوة)، وجنوب الأردن بأكمله من وادي عربة غربا حتى حدود السعودية شرقا. كما شملت معظم الأراضي الممتدة من أفغانستان وباكستان شرقا؛ حتى الشواطئ الفلسطينية على البحر المتوسط غربا.

كما أكد الخبير ليهورو (LE HOUROU) عام 1977م، أن الإنسان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقية. قد ساهم لحد كبير في توسيع الرقعة الأرضية المتصحرة في تلك المواقع. وذلك بسبب تحويل مئات الآلاف من الهكتارات سنوياً؛ من مناطق شبه جافة على حواف البوادي العربية كمراع للمواشي إلى مناطق متصحرة، كحواف بادية الشام وجنوب دول اتحاد المغاربة العربي (الحافة الشمالية

للصحراء الكبرى، وشرق واحات الإحساء وغربها. حيث تحولت في معظمها لأراضٍ مدمرة بيئيا من حيث التربة والنبات، وبالتالي اختفاء الحيوان منها بوجه عام.

خامسا: درجات التصحر:

حينما تطرقت لدراسة المناطق التي تعرضت لزحف التصحر في بعض الأقطار العربية، وجدت أن التصحر في منطقة الهامش الصحراوي بالأردن، هو تصحر من مستوى التصحر المعتدل (Moderate Desetification).

أي حيث لم تدمر الحياة النباتية في المنطقة كليا. أمَّا التصحر في شرق واحات الإِحساء وشمالها الشرقي، فهو من النوع المدمر، الذي زحف على العديد من المراكز العمرانية ودفنها تحت الرمال، كمدينة جواثة والناصرية، بينما ساد التصحر في سهل الجفاره في أجزائه الغربية والشمالية الغربية، وهو من النوع الشديد الذي بدأت الحياة النباتية فيه، تختفي نتيجة ظهور الكثبان الرملية الصغيرة المتحركة، التي لم تصل إلى مستوى الكثبان في الصحراء الكبرى والربع الخالي مثلا.

وسوف نتناول كل منها بشيء من التفصيل:

أ. التصحر المعتدل (MODERATE DESERTIFICATION):

فهو درجة أولى من درجات هذا الغول المدمر لموارد البيئة، مثل التربة والغطاء النباتي، أي التدمير المتوسط للغطاء النباتي. بحيث يؤدي لفقدان التربة الزراعية أو الرعوية لإنتاجيتها بما نسبته 50٪ تقريبا، مع ظهور بوادر التملح فيها. وما من شك، أن درجة هذا التصحر هي مؤشر لرجال التخطيط البيئي الشامل، ومنهم الجغرافيون، بأخذ الحيطة وتنبيه صانعي القرار في المنطقة المصابة بهذا الداء البيئي، للتصدي له ومقاومته بكل السبل قبل فوات الأوان (صورة رقم4).



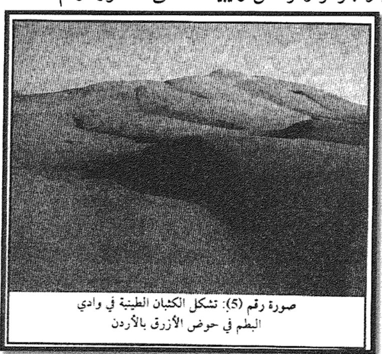
صورة رقم (4): زحف التصحر على منطقة الهامش الصحراوي بالأردن

ب. أما التصحر الشديد (Severe Desertification):

فيعني أن هذا النوع من التصحر، قد وصل لدرجة أخطر مما في التصحر المعتدل. وتظهر في هذه المرحلة انتشار النباتات الشوكية، وبعض الحشائش غير المستساغة للرعي. وظهور مناطق واسعة من المنطقة المنكوبة، بهذا المستوى من التصحر الشديد، كانجراف التربة وتدهورها، وتحركها الرياح من جهة لأخرى، كمقدمة للتصحر المدمر. الأمر الذي يقتضي من المسؤولين عن وضع استراتيجية البيئة المحلية والتخطيط الزراعي، بالتصدي لهذه المعضلة بالإمكانيات المتاحة، وتخصيص التمويل اللازم لتأسيس المشاتل للغراس الحرجية وتوفير المياه لذلك مع التوسع في زراعة الشجيرات الرعوية، والأحزمة الخضراء لها من جهة أخرى إذ أنها تتطلب في مثل هذا المستوى من التصحر، جهود مالية مكلفة وجسدية مضنيه.

ج. أما التصحر المدمر (الشديد جداً) (Very Severe Desertification):

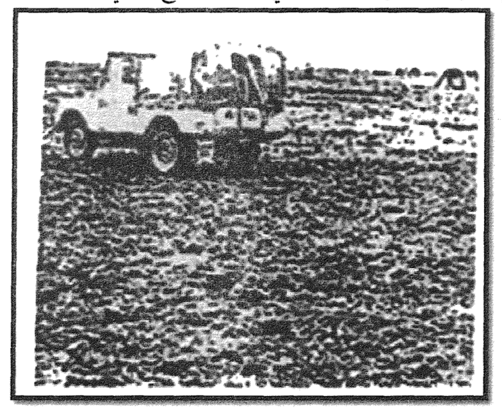
فهو مرحلة من مراحل التصحر، التي تعد من أعلى وأقصى درجات التصحر المدمرة. حيث يظهر فيها مؤشرات التصحر الخطيرة، مثل التملح الشديد في الأراضي الزراعية، ونشوء الأخاديد والجروف والمنخفضات في المناطق الطبيعية؛ مع فقدان الأرض لغطائها النباتي كلياً. كما تختلف الملامح الطبيعية بحسب طبيعة المنطقة، واستخدامات الأرض فيها. ومنها سيطرة الكثبان الرملية المتحركة والزاحفة على الأراضي المأهولة؛ والمعمورة كواحات الإحساء بالسعودية، وغربي دلتا النيل وشرقها ووسط سيناء وجنوبها، والوادي الجديد ومنخفض القطارة، وجنوب تونس والجزائر ومراكش وليبيا العظمى. (صورة رقم 5).



صورة رقم (5): تشكل الكثبان الطينية في وادي البطم في حوض الأزرق بالأردن

وتتمثل أهم مؤشرات هذا المستوى في تلك المناطق تناقص المياه الجوفية، وتزايد الملوحة فيها وبداية تفكك نسيج التربة وتعريتها؛ واختفاء النباتات الطبيعية في المناطق المصابة بالتصحر الشديد جداً، وتحريك الكثبان الهلالية والطولية بشكل كبير ومدمر.

ويمكن حصر مخاطره في تدمير نسيج التربة وتعريتها، واختفاء الغطاء النباتي تدريجيا من على سطح التربة، وانقراض الحيوانات البرية أو هجرتها من المنطقة المنكوبة، وتملح المياه الجوفية، وطمر المراكز العمرانية بالرمال الزاحفة، وتلوث جو المناطق المنكوبة بهذه الآفة، بالتلوث الغباري الذي يضر بالجهاز التنفسي للإنسان المقيم بالقرب من ذلك الجو، ودفن الطرق والمنشآت الزراعية والصناعية، في المناطق المحاذية لزحف الرمال، وتدمير الأراضي الزراعية بالرمال المحمولة بالرياح العاصفة، إلى غير ذلك من مخاطر جسيمة على البيئة والإنسان، خاصة في وطننا العربي الكبير الممتد من المحيط الأطلسي غربا إلى الخليج العربي شرقا[1].



رقم صورة (6): توضح منظر جاني زحف التصحر على منطقة الهامش الصحراوي في الأردن.

(1) Sybil, P.P,; Op.Cit.

الفصل الرابع عشر

توزيع التصحر في العالم وفي الوطن العربي ووسائل مكافحته

الفصل الرابع عشر

توزيع التصحر في العالم وفي الوطن العربي ووسائل مكافحته

1. أنواع الصحاري.
2. السمات الطبيعية والنباتية للصحاري.
3. الأماكن المهددة بالتصحر في بعض الأقطار العربية.

الفصل الرابع عشر

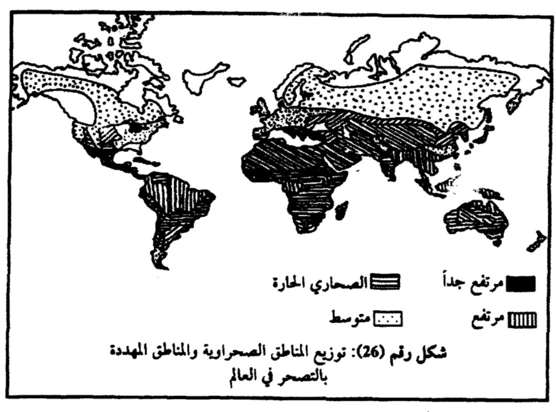
توزيع التصحر في العالم وفي الوطن العربي ووسائل مكافحته.

تعرف الصحاري بأنها المناطق القاحلة، التي تقل فيها كمية الأمطار عن 200 ملمتر، أي أن معدل سقوط المطر السنوي فيها، لا يزيد عن 4 مليمترات فقط في بعض الصحاري الشديدة الجفاف، بينما تصل معدلات التبخر اليومي فيها لأكثر من 10 مليمترات أو ما يوازي 3600 ملمتر في العام؛ نتيجة لمعدلات الحرارة العالية في قلب الصحاري[1].

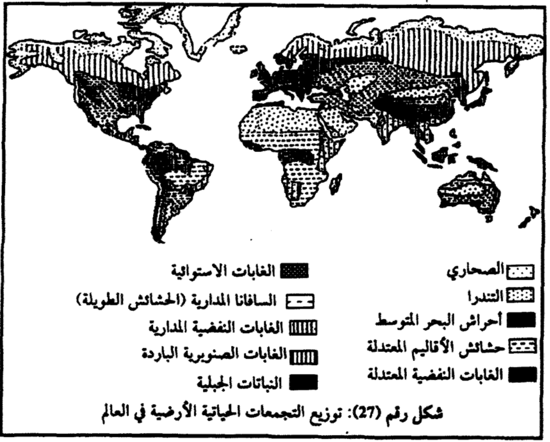
وتتميز تربة الصحاري بأنها تربة غير ناضجة، لقلة المواد العضوية فيها، وعدم تميز مقطعها الرأسي إلى طبقات تختلف كيميائيا وفيزيائيا. وينعكس هذا الوضع على الغطاء النباتي المكون من نبت متناثر، يندر فيه وجود الأشجار.

وعليه، فالصحاري تتصف بوجود مناطق شاسعة عارية تماماً من النباتات، وتمثل الصحاري التجمعات التي تظهر أكثر النظم البيئية جفافا. كما تتميز بالمدى الحراري الكبير سواء يومياً أو فصليا. حيث ترتفع درجات الحرارة أثناء النهار أو الصيف ارتفاعاً كبيراً، وتنخفض أثناء الليل والشتاء إلى مادون الصفر أحياناً.

(1) شكل (29).



شكل رقم (26): توزيع المناطق الصحراوية والمناطق المهددة بالتصحر في العالم



شكل رقم (27): توزيع التجمعات الحياتية الأرضية في العالم

أنواع الصحاري:

تقسم الصحاري حسب درجات الحرارة إلى قسمين هما:

1. الصحاري الحارة (HOT DESERTS).
2. الصحاري الباردة (COLD DESERTS).

1. الصحاري الحارة:

ويتمثل هذا النوع من الصحاري في صحاري المناطق المدارية، التي تتمركز حول خط العرض 20 درجة شمالا وجنوبا من خط الاستواء، كالصحراء الكبرى، والصحراء العربية، والأسترالية وصحراء كلهاري. ولا يتضمن مناخها فصلا باردا ويكون صيفها حارا وشتاؤها دافئا.

وهناك نوعان من هذه الصحاري، **أولاهما** الصحاري الحارة القارية (Continental Deserts)، البعيدة عن سواحل البحار والمحيطات. وتتصف بالتغيرات الشديدة بالحرارة اليومية، كالصحراء الكبرى لشمال إفريقية مارا بشبه الجزيرة العربية (الربع الخالي وصحراء النفوذ)، **وثانيهما** الصحاري الساحلية Coastal Deserts، التي تتسم بالتغيرات المحدودة في درجات الحرارة. وتكون فيها الرطوبة النسبية أعلى من الصحاري القارية، مثل صحراء بيرو على ساحل أمريكا الجنوبية الغربي؛ وصحراء ناميبيا في جنوب غرب إفريقية وصحراء موريتانيا في غرب إفريقية.

2. الصحاري الباردة:

وتتمثل في صحراء الحوض العظيم في الولايات المتحدة الأمريكية، وصحراء غوبي شمال الصين وصحراء تركستان شرق وجنوب شرق بحر قزوين. وتتميز هذه الصحاري، بفصل بارد ينخفض فيه معدل درجة الحرارة إلى 5 درجات مئوية

فما دون ذلك. كما ترتفع درجات الحرارة في فصل الصيف إلى نحو 30 درجة مئوية أو يزيد.

كما أن هناك تصنيفاً آخر للصحاري، بناءً على كمية التساقط. حيث أمكن تمييز ثلاثة أنواع منها هي:

1. الصحاري الشديدة الجفاف.
2. الصحاري الجافة.
3. الصحاري شبه الجافة.

1. الصحاري الشديدة الجفاف (Extreme Arid Deserts):

وتتميز هذه المناطق الصحراوية، بأنها قد يمر عليها عام أو أكثر دون أن يسقط عليها مطراً. فالمطر فيها ليس حدثا يتكرر كل عام. والمثال على ذلك في المناطق الوسطى من الصحراء الكبرى والربع الخالي، وصحراء النفوذ في شبه الجزيرة العربية؛ وصحراء أتكاما في أمريكا الجنوبية، وصحراء تاكلا ماكان في وسط آسيا، وصحراء كلهاري والصحراء الأسترالية.

وتقدر مساحة هذه الصحاري بنحو 5.85 مليون كم^2 (4.4٪) من إجمالي مساحة اليابس.

2. الصحاري الجافة (Arid deserts):

وهي المناطق ذات الأمطار القليلة غير المنتظمة، التي لا يتجاوز معدلها السنوي عن 125 ملمتراً. وتغطي هذه الصحاري نحو 21.5 مليون كيلو متر مربع (14.93٪) من إجمالي مساحة اليابس كله.

3. الصحاري شبه الجافة (Semi – Arid. Deserts):

ويتراوح معدل سقوط الأمطار في هذه المناطق ما بين 152 إلى 250 ملمتراً. وتغطي ما مساحته 21 مليون كم^2 (14.58٪) من مساحة اليابس كله والبالغ نحو 144 مليون كم^2[1].

السمات الطبيعية والنباتية للصحارى:

يتضح لنا مما سبق أن المساحة الكلية للصحارى في العالم، تغطي ما مساحته نحو 48.350 مليون كم^2 أو ما يعادل 36.3٪ من إجمالي مساحة اليابس كله.

وتعتمد هذه التقديرات على معدلات المناخ فقط. ولكنه بالنظر في سمات الأراضي وخصائص الكساء النباتي، فإن مساحة الصحارى الكلية تغطي ما نسبتة نحو 43٪ من مساحة اليابس الإجمالية. ويمثل الفرق بين هذين التقديرين، مساحة ما حوله الإنسان من أراضٍ معمورة كالمراعي إلى صحراء. وتغطي هذه الأراضي المتصحرة نحو 9.115 مليون كم2 (بما نسبته 6.7٪) من مساحة اليابس. وهي في الغالب تتميز بأنها مناطق شبه جافة، ومناطق حشائش السهوب. (steppe) حيث تتراوح كمية المطر السنوية فيها ما بين 200–300 ملم، لكنها نتيجة لسوء الاستغلال البشري غير المنظم تحولت إلى أراضٍ صحراوية.

أما فيما يتعلق بالغطاء النباتي في الصحارى، فيتسم بالقلة والتبعثر والفقر بوجه عام. ويحتوي على نباتات صغيرة، لا تزيد عن شجيرات قصيرة أو أشواك قزميه. ونادراً ما تكون هناك أشجار ضخمة، تكيفت مع الجفاف الحاد، بحيث زادت قدرتها على الاحتفاظ بالماء. بالإضافة إلى النباتات الحولية والموسمية وثنائية

---

(1) د. مصطفى عبد العزيز، الانسان والبيئة، القاهرة 1978 ص45–121.

الحول، التي تنمو بعد سقوط المطر مباشرة؛ وتنهي دورة حياتها النباتية في أقل من عامين.

وتكاد تكون الصحارى الشديدة الجفاف، جرداء في معظم مساحتها. أما في الصحارى الجافة، فيقتصر وجود النباتات المعمرة على المناطق المنخفضة، والمجاري المائية ومسارب الأودية، التي تتلقى ماء الانسياب السطحي، بالإضافة إلى ماء المطر. ولا يقتصر وجود النباتات المعمرة في الصحارى شبه الجافة أو البوادي، على أماكن معينة. فهي أراضٍ يتيح مطرها ودرجة حرارة الجو بها (بخلاف الصحارى الشديدة الجفاف والجافة)، زراعة أنواع معينة من المحاصيل. ويكون ذلك في الأماكن المنخفضة، التي تتلقى موارد مائية أكثر من كمية المطر، نتيجة للانسياب السطحي الذي يؤدي إلى تجمع قدر محدود من الماء في هذه المنخفضات.

وتضم الصحارى الحارة كثيراً من الأنواع النباتية الجفافية؛ كالصبار والعجرم والدوم والسنط والطلح؛ والسمر والأثل والطرفا؛ خاصة في مسارب الأودية وقرب الواحات. ويندر وجود حيوانات كبيرة في الصحارى، بالرغم من وجود الغزلان وغيرها في الأراضي، التي تتوفر فيها بعض النباتات الرعوية.

أما القوارض، فهي من أبرز أنواع الثدييات، التي تعيش بالصحارى، إضافة إلى وجود الثعالب والسحالي، والأفاعي والمفصليات وغيرها. كما تتميز حيوانات هذه البيئة بالقدرة على الركض والحفر والقفز.

وبوجه عام، تعتبر الصحراء إقليم مناخي ونباتي (وجيمورفولوجي)، تكون بعد تراجع الزحف الجليدي قبل 50 ألف سنة مضت. فسادت الفترة الدفيئة الجافة بعد الفترة المطيرة التي كانت قبل تراجع ذلك الزحف.

ومن الأسباب التي أدت لتكوين الصحارى هي:

1. وقوع المنطقة في ظل الأمطار.

2. هبوط التيارات الهوائية الباردة فيما وراء المدارين، ذات الضغط المرتفع والتي لا تساعد على سقوط الأمطار.

3. سلوكيات الإنسان الخاطئة اتجاه موارد البيئة، من قطع لأشجار الغابات ورعي جائر وري مكثف، وبالتالي تملح التربة أو تفكك نسيجها وانجرافها.

كما تتصف الصحارى، بارتفاع معدلات الحرارة،ومعدلات تركيز الأشعة الفوق بنفسجية أثناء النهار، وانخفاض درجات الحرارة أثناء الليل. حيث يصل المدى الحراري اليومي خلال 24 ساعة إلى نحو 50 درجة مئوية، وأحياناً أكثر من ذلك في بعض المناطق تلك!!؟ ويعزى ذلك إلى سطح التربة الصحراوية التي تستقبل نحو 90٪ من كمية الإشعاع الشمسي أثناء النهار، وتفقد التربة طاقتها الحرارية أثناء الليل، لعدم توافر غطاء نباتي كثيف، وعدم وجود سحب لتمنع فقدان الحرارة.

وتعد مشكلة اختلاف معدلات درجات الحرارة هذه، بالإضافة إلى نقص كميات المياه، من أهم العوامل المحددة للكائنات الحية، التي تعيش في الصحراء. لذلك نجد أن نباتاتها وحيواناتها، هي أنواع قليلة، لتكوين شبكات وسلاسل غذائية بالمعنى المعروف في البيئات المعتدلة. ولكنها تطورت في الشكل الخارجي والتشريحي والوظيفي، لتواجه الظروف الصحراوية القاسية. فبينما نجد الغزلان في البوادي العربية صغيرة الحجم قليلة الشعر، نجدها في الصحارى الباردة كثيفة الشعر كبيرة الحجم.

وإذا ما سعى الإنسان، ممثلاً في الحكومات والمجتمعات المحلية؛ والإقليمية والدولية على تسخير الطاقة الشمسية، في تحويل المياه المالحة لمياه عذبة(1)، وتوسع

(1)Grower, A.M. ; water Quality in cathment Ecosystems, John wiley & Sons, PP. 11-45.

في زراعة غراس النباتات المحبة للملوحة أو الجفاف، فسوف تستغل مساحة الصحارى البالغة 39.235 مليون كم^2 كأراضٍ صحراوية، تشكلت بفعل الظروف المناخية. أما سلوكيات الإنسان الخاطئة، فحولت نحو 9.115 مليون كم^2 إلى أراضٍ صحراوية، يمكن ترميمها وإعادتها لسيرتها الأولى؛ كحواف للصحارى شبه الجافة من خلال استزراعها، بالنباتات المحبة للملوحة أو الجفاف، وبالتالي تخفيف زحف التصحر، ووقفه تماما عن تدمير التربة والنبات والحيوان، كأشجار الجاتروبا Jatrubba وأشجار الخروع ونبات السمار أو الحلفا...الخ. والمساكن وغيرها من الأراضي المعمورة من سطح اليابسة[1].[2]

الأماكن المهددة بالتصحر في بعض الأقطار العربية :

1. تونس:

لقد تعرضت الأراضي الواقعة في جنوب تونس، لخطورة زحف التصحر عليها. فقد ذكر الخبير ليهورو (lehourou) عام 1977م، أن هناك ما مساحته نحو 106 آلاف كيلومتر مربع أي نحو (106ملايين دونم) جنوب تونس، تبين الدراسة أن نحو 14500كم^2 من تلك المساحة، قد تحولت بفعل استغلال الإنسان الخاطئ إلى أراضٍ شبه متصحرة، خلال فترة لا تزيد عن العشر سنوات!؟ وقد تمثلت تلك الأنشطة الخاطئة اتجاه تلك البيئة المدمرة، في الرعي الجائر والقطع الجائر للأشجار، وبالتالي تدهور نسيج التربة المتماسك. فأصبحت في مهب الرياح العاصفة. حيث تعرت تلك التربة بفعل الرياح الشديدة والأمطار الفجائية، فأزيلت الطبقات الجيدة

(1) Brown, L. R. and Gail, W.F.; Man and His Environment, Food, Harper Rowand Publishers, , Inc. New York, 1972, PP. 102-141.

(2) شكل (30).

من التربة. وقد قدرت كمية التربة المزالة بفعل عوامل التعرية السطحية، في تلك المنطقة، بنحو عشرة أطنان للهكتار الواحد سنوياً.

أما في المناطق الواقعة للجنوب منها، وعلى أطراف الصحراء الكبرى، فتراوحت معدلات الإزالة الهوائية ما بين 200 إلى 250 طنا للهكتار في السنة. إن محاولة إعادة بناء نسيج التربة من جديد في مثل ذلك الموقع- جنوب تونس- ليس بالأمر الممكن. فعملية بناء التربة في الطبيعة، تحتاج لمئات بل آلاف السنوات. حيث مرت بعمليات معقدة من التفاعل بين المناخ والأرض والنبات، من أجل بناء التربة، لتصبح كمورد طبيعي من موارد البيئة الطبيعية، وجزء أساسي وجوهري من الغلاف الحيوي.

وعليه، فإذا ما حاول الإنسان إعادة هذا المورد، كما كان عليه من قبل التدمير، فسوف تحتاج للكثير الكثير من الأموال، والجهود الجماعية لتحقيق هذا الهدف. ومن هنا أصبح من الضروري التعاون التام، بين الحكومات والشعوب، والجمعيات والمؤسسات التعليمية، التصدي لمثل هذه المخاطر البيئية ووضع الحلول الجذرية لها.

2) المملكة المغربية (مراكش):

فبالرغم من أن الإقليم الشمالي المطل على البحر المتوسط لهذه الدولة، كان مغطى بأشجار الغابات الطويلة؛ بعكس الجزء الجنوبي الذي يحاذى ساحل الصحراء الكبرى. إلا أن أنشطة الإنسان الخاطئة قد أدت إلى إزالة الغابات من على أراضي الإقليم الشمالي تماماً، إلا ما بقي منها شاهداً على وجودها في العهود الماضية، حول المقابر والمساجد والكنائس والمقامات وغيرها.!!

ويعزى ذلك للأسباب التالية:

أ. التزايد السكاني المطرد في الإقليم، وإزالتهم للأشجار الطويلة؛ بهدف البناء للمساكن والسفن وصنع الأثاث وغيرها.

ب. القطع الجائر للأشجار بصفة مستمرة كمصدر للوقود اليومي بالإقليم.

ج. الرعي الجائر بوساطة القطعان الكبيرة من الأغنام والماعز والإبل.

د. قطع أخشاب وجذور من بعض أنواع الأشجار لاستخلاص مواد الأصباغ والفلين منها.

هـ. إزالة أشجار الغابات الطويلة بهدف تحويل أراضيها لأراضٍ زراعية.

و. انتشار الحرائق بين الفينة والأخرى، وعدم مكافحتها، فكانت تقضي على مئات الآلاف من تلك الأشجار.

ز. عدم زراعة الأشجار في هذا الإقليم كل عام، لتجديد ما اقتطع منه، مما أدى لهذا الخلل البيئي لأشجار الغابة فيه.

ويؤكد على هذا الوضع الخبير البيئي مايكسيل (Mike sell)، بأن مشكلة استشراء التصحر في هذا الإقليم، يرجع لسلوكيات الإنسان الخاطئة. ففي زمن الرومان كانت تقطع الأشجار لبناء السفن وصنع الأثاث. أما في زمن الفتح العربي الإسلامي في القرن السابع الميلادي، فكانت الأشجار تقطع لبناء المساكن ذات الطابع الإسلامي وبناء السفن أيضا. ثم جاء الأسبان في أواخر القرن الخامس عشر الميلادي، وجاروا في قطع الأشجار لبناء السفن الحربية والمدنية؛ ومد عوارض السكك الحديدية في بداية القرن العشرين الميلادي. وبالرغم من ذلك، إلا أن إمكانية ترميم هذا الجزء من أراضي المملكة المغربية ممكنة للغاية، إذا ما توفرت الإرادة، وتم التوسع في إنشاء مشاتل الغراس للأشجار المحلية، وإعادة زراعتها سنويا في المناطق المدمرة نباتياً، وتخضيرها من جديد وفقاً لوزارة الزراعة والبيئة المغربية.

3. ليبيا العظمى:

لقد تعرضت أراضي هذا القطر العربي، لزحف التصحر على أراضيه المعمورة، كغيره من أقطار اتحاد دول المغاربة العربي. وقد استشرت ظاهرة التصحر بشكل ملحوظ في سهل الجفارة. ويقع هذا الإقليم بين خطي طول 24´ 10° درجة و10´ 14° درجة شرقا، وبين خطي عرض 32 درجة و10´ 33° درجة شمالاً. حيث يحده من الشمال البحر المتوسط، ومن الجنوب والشرق حافة الجبل الغربي، ويحده من الغرب تونس. أما موضعه الجغرافي، فيغطي ما مساحته عشرين ألف كيلو متر مربع. واتسمت جيولوجيته باحتوائها على خزانات مائية جوفية غنية نسبياً. إلى أن تعرضت للسحب الجائر لري ملايين الدونمات من أراضي السهل. فتملحت بمياه البحر، الأمر الذي دفع القيادة الليبية، مع تكاتف الشعب الليبي في بناء النهر الصناعي العظيم لسد العجز في مياه الري.

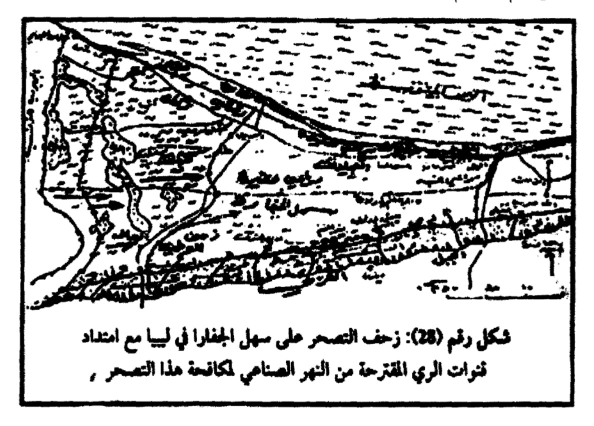
أما فيما يتعلق بمناخ هذا الإقليم فيقسم إلى قسمين،

أولاهما مناخ شبه جاف، حيث يتراوح مؤشر الجفاف فيه، مابين 5 إلى 10، ويضم الجزء الشرقي والشمالي من السهل. ويندرج هذا السهل ضمن خط مطر متساوي بأكثر من 150 ملمترا. أما معدل الحرارة فيه، فقد بلغ في مدينة صرمان نحو 33 درجة مئوية في شهر آب للعظمى، ونحو 6.9 درجة مئوية في شهر كانون ثاني للحرارة الصغرى. أي أن بيئة هذا السهل هي من ضمن البيئات الهشة الفقيرة في مواردها الطبيعية المتاحة.

وثانيهما، المناخ الجاف فيه، حيث يتراوح مؤشر الجفاف فيه ما بين (3-5). ويندرج ضمن خط مطر متساوي أقل من 150 ملمترا. ويشمل كل الجزء المتبقي من السهل، والبالغ نحو 15 مليون دونم تقريبا. أما معدل الحرارة فيه، فبلغ في محطة

بلدة الوطية في شهر آب نحو 38 درجة مئوية، بينما هبط معدل الحرارة الصغرى إلى 5 درجات مئوية في كانون ثاني.

ونتيجة لهذا الوضع المناخي، فقد تراوح رصيده المائي الجوفي بين 12 مليار متر مكعب في خزانه العلوي، إلى نحو 37 مليار متر مكعب في خزانه الجوفي العميق. ولكن السحب الجائر أدى لعجز مائي بلغ نحو 400 مليون متر مكعب في السهل عام 1995م.



شكل رقم (28): زحف التصحر على سهل الجفارا في ليبيا مع امتداد قنوات الري المقترحة من النهر الصناعي لمكافحة هذا التصحر ،

أما تربته وغطاؤه النباتي، فهما نتيجة طبيعية لهذا الوضع المناخي، حيث تتفاوت تربته في سمكها ولونها ونسيجها من الغرب إلى الشرق، ومن الجنوب إلى الشمال. فهي تربة غرينية منقولة عند مقدمة الجبل الغربي، في أقصى حدود السهل الجنوبية، ثم تتحول إلى تربة رملية صفراء فاتحة اللون، في القرى الواقعة في وسط وغرب السهل مثل قرى أبو الريش والهبلية والوطية. ثم يتغير لونها إلى الأحمر

الغامق، في مدن طرابلس والزاوية وتاجوراء و جنزور، نتيجة لغزارة الأمطار، بأكثر من 350 ملمترا في العام، بينما يتراوح سمكها بين 20 إلى 40 مترا.

أما لون التربة على خط الساحل المطل على البحر المتوسط، قرب بلدات زوارة والزغوانية والبريقة والعسة، فيتحول إلى اللون الأبيض. كما تتميز بأنها تربة متماسكة في أرض الساحل والمستنقعات، بعكس التربة الصفراء الرملية المفككة في وسط السهل وغربه.

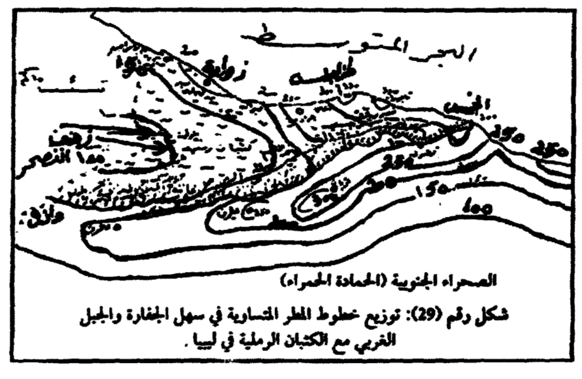
أما نباتاته الطبيعية السائدة، فقد تمثلت في أشجار السنط والطلح والسمار، التي اختفت من على أراضي السهل، إلا أنها بقيت أعداد قليلة منها قرب سد وادي الحي عند مقدمة الجبل الغربي. بالإضافة لأشجار الأثل والطرفا والبطم، ولكنها اجتثت كليا، لاستخدامها في صناعة الفحم النباتي وبناء المساكن. ولم يبق منها إلا بقايا في مسارب الأودية المنحدرة، على أراضي السهل عند مقدمة الجبل الغربي. كما توجد شجيرات قصيرة مثل الديس والشعال، والسبط وشوك الجمال والقطف. بالإضافة لأعشاب المستنقعات من الغردق والزيتا والعليق والغذام. كما نجحت في مزارع السهل القائمة على الري، زراعة أشجار الصنوبر والسرو والكينيا والكازورنيا، بجانب نباتاته الطبيعية الأخرى، إذا ما توفرت لها الرعاية والري في سنواتها الخمس الأولى من حياتها [1](1).

وخلاصة القول، إن نحو 25٪ فقط من هذا السهل هي المنطقة التي بقيت معمورة، لم يصلها زحف التصحر بعد. ودمرت نحو 75٪ من مساحته بزحف الرمال المتحركة، وتملح المياه الجوفية والتربة الزراعية. بالإضافة إلى القطع الجائر لأشجاره الطبيعية، والرعي الجائر لنباتاته الرعوية من الشجيرات والأعشاب المحلية، مما عرض نسيج التربة للتفكك والانجراف بفعل الرياح العاتية والأمطار

---

(1) د. علي احميدان: خطورة التصحر في إقليم سهل الجفارة، جامعة السابع من إبريل، 1995م.

الفجائية. فأدت إلى نقل مئات الآلاف من الأطنان الرملية، بفعل الرياح القوية لتلقيها على الأراضي الزراعية والسكنية، والصناعية وطرق المواصلات في الربع المعمور من هذا السهل. ويضم هذا الربع معظم المدن والبلدات والقرى الليبية، مثل مدن طرابلس والزاوية والعزيزية وصبراته، وزواره والصرمان والجميل ورقدالين وزلطن وتوابعها.



شكل رقم (29): توزيع خطوط المطر المتساوية في سهل الجفارة والجبل الغربي مع الكثبان الرملية في ليبيا.

ومع إتمام مشروع النهر الصناعي، فهناك فرع من القناة الرئيسة، تمتد عند مقدمة الجبل الغربي من العزيزية شرقا حتى بلدة وازن غربا، ومن مدينة ترهونة وقصر بن غشير جنوبا، إلى مدن طرابلس والزاوية وزواره في الشمال، والشمال الغربي، حتى الحدود التونسية/ الليبية وقناة تمتد من سد وادي الحي في الجنوب إلى بلدة زوارة في الشمال ومن زلطن في الشمال حتى وازن بالجنوب (شكل 29). فسوف تقوم الحكومة الليبية مع السلطات المحلية، على التوسع في تخضير أراضي هذا السهل، بزراعة النباتات المحلية كأشجار النخيل المثمرة وغير المثمره، التي

تناسب بيئة هذا السهل الطبيعية. وزراعتها بالأشجار كأشجار السنط والطلح والدوم والكينيا، والطرفا والأثل والكازورنيا؛ بالإضافة إلى زراعة ملايين الشجيرات من القطف والملوح، خاصة في المناطق المحاذية لمدينة صبراته من الجنوب والغرب. وذلك لوقف زحف التصحر من ناحية، وتوسيع الكساء الأخضر بالسهل من ناحية أخرى، وتنظيم الاستغلال الاقتصادي به مثل الاستخدام الرعوي، والتخلي كليا عن صناعة الفحم النباتي والزراعة المروية، إلا في حدود المتاح من التربة الجيدة والمياه العذبة(1).

4. استشراء التصحر في حواف البادية الأردنية:

لقد قمت بدراسة منطقة الهامش الصحراوي على حافة البادية الأردنية الغربية، المحاذية للأراضي المعمورة في مرتفعات الضفة الشرقية. بالإضافة إلى دراسة إقليم حوض الأزرق. ويعتبر الأردن كسائر الأقطار العربية في شبه الجزيرة والهلال الخصيب، التي تعاني من ندرة المياه العذبة؛ وندرة الغطاء النباتي وهشاشه نسيج التربة، نتيجة لسيادة المناخ الجاف وشبه الجاف بالإقليم.

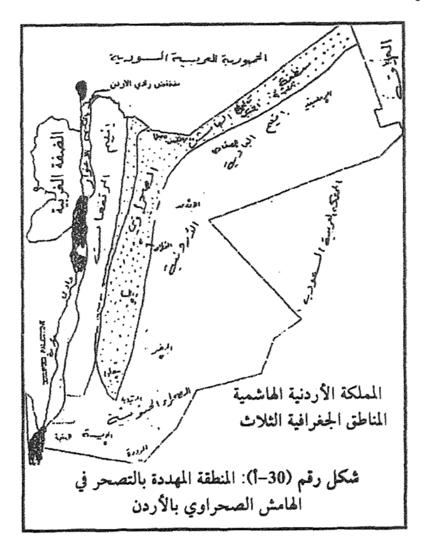
وإذا كانت مساحة القطر الأردني تبلغ نحو 89.384 كم^2، فإن هذه المساحة شبه المتصحرة والمدمرة نباتيا وترابيا ومائيا، تقدر في منطقتي الدراسة بنحو 32814 كم^2. وإذا كانت مساحة الأراضي التي تتلقى أقل من 200 ملم في المتوسط من الأمطار في الأردن كله، تغطي نحو 94.4٪ من إجمالي مساحة الأردن كله، فان نسبة الأراضي البعلية لا تغطي سوى 5.6٪ فقط!!؟.

وهذا الخلل البيئي هو كاف للجغرافيين ورجال التخطيط والبيئة في الأردن،

(1) د. علي احيدان: نفس المرجع السابق.

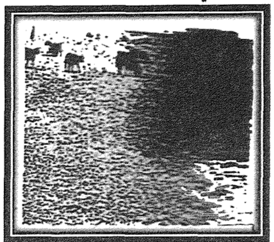
إدراك أن إمكانية ترميم وإعادة تأهيل هذه المناطق المدمرة بيئيا، لا يمكن أن يتحقق إلا بوجود الماء العذب أو الماء المسوس أو المياه العادمة (المعالجة) من محطة الخربة السمراء الصالح لزراعة الأرض بالمحاصيل الحقلية المناسبة، أو بالشجيرات والحشائش العلفية أو بالغابات الحرجية.

ونتيجة لهذا الوضع الطبيعي، فحتما سنجد التربة فقيرة بالمواد العضوية، فقيرة في غطائها النباتي، وإن وجد فهو بصورة متناثرة ومتباعدة. ويعتبر النبات لهذه التربة هو الدواء الناجع لبقاء التربة سليمة معافاة، من التفكك والانجراف بفعل عوامل التعرية السطحية.



شكل رقم (30-أ): المنطقة المهددة بالتصحر في الهامش الصحراوي بالأردن

وعليه، فقد تعرضت التربة في هذه المنطقة البالغة مساحتها نحو 33 ألف كيلو مترا مربعا، للتدمير، بسبب القطع الجائر للأشجار مثل البطم والأثل والحور والسرو والسنط والرتم والطرفا، والتي لم يبق منها سوى ما بقي عند مسارب الأودية، كشاهد ودليل على وجود تلك الأشجار في المنطقة المنكوبة. كما تعرضت شجيرات القطف والملوح والرغل وشوك الجمال للرعي الجائر، والذي لم يتح الفرصة لتتجدد النباتات، وتعطي بذورها للنمو من جديد.



صورة (7): توضح المراعي الفقيرة في البادية الأردنية.

فالماء والتربة والنبات عناصر أساسية ثلاثة، على الإنسان العاقل أن يحافظ عليها جميعا. فلو اختل أحدها نتيجة لسلوك خاطئ، انتقل الخلل للعنصرين الآخرين. فحتى تسلم التربة، فلا بدمن توافر الماء والنبات حتى تكتمل سلامة النظام الحيوي، في هذه المنطقة المصابة بالتصحر. ولهذا فبعد أن قمت بدراسة المنطقة من الناحية البيئية، فإنني أقترح استغلال المياه المعالجة ونقلها عبر أنبوب أسمنتي بقطر مائة سنتمتر، ومدها عبر المنطقة بأنابيب فرعية ذات أقطار أصغر. والبدء بحراثة التربة وزراعتها بالبرسيم والفصه والبيقيا، ثم ريها بهذه المياه ومن ثم زراعتها بالأشجار الحرجية،المذكورة آنفا، والشجيرات الرعوية مثل القطف، بالإضافة إلى زراعة الشمندر السكري وحشيشة السودان ونبات الكوخيا والسمار المر. وخلط المياه المعالجة مع الماء المسوس والمياه المالحة، وتسخيرها لزراعة الأحزمه

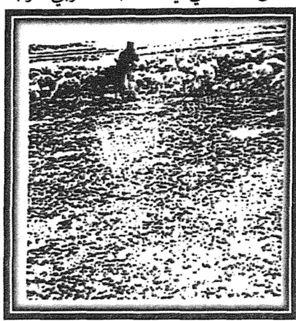
الشجرية الحرجية حول القطع الزراعية ذات المساحات المتفاوتة ما بين 10 إلى 15كم^2. وتخصيص هذه المنطقة للإنتاج الزراعي الرعوي، من لحوم والبان وجلود وبيض ودواجن، وبالتالي وقف التصحر من ناحية، تلك الآفة الزاحفة على الأراضي الزراعية المطرية، وعلى المدن والبلدات والقرى، الواقعة على حافة البادية الأردنية الغربية، وإقليم حوض الأزرق؛ و توفير المنتجات الحيوانية للاستهلاك المحلي من ناحية أخرى.



شكل رقم (30-ب): الناقل المائي من محطة المياه العادمة شرق الزرقاء إلى قاع الحسا جنوب الأردن وذلك لتخضير المنطقة المهددة بالتصحر في الهامش الصحراوي؛

إن ترميم و إعادة تأهيل ما مساحته 33 ألف كم^2 من مساحة البادية الأردنية،

يُعد من أهم المشاريع الاقتصادية في الأردن آنيا ومستقبلا، بل يفوق أي مشروع صناعي أو زراعي أو حتى اجتماعي في هذا البلد العربي المرابط.



صورة (8): توضح زحف التصحر على المنطقة المعمورة من الأردن.



صورة (9): توضح منظر جانبي لإحدى مزارع الشيشان مع صورة الباحث بالأزرق.

5. خطورة التصحر في منطقة الاحساء بالسعودية:

تبلغ مساحة المملكة العربية السعودية نحو 2.25 مليون كم^2. منها نحو 10٪ أراضي شبه جافه والباقي أراضي شديدة الجفاف. وقد برزت ظاهرة التصحر فيه قبل غيره من الأقطار العربية بشكل محسوس. فعانت أراضي المملكة من هذا الداء البيئي خاصة في منطقة الاحساء.

ونتيجة لعملي في كلية الشريعة بالإحساء بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، كمحاضر ورئيس قسم للجغرافية بتلك الكلية، فقد قمت بدراسة شاملة للمنطقة من الناحية الحضرية والبيئية. وتقع مدينة الإحساء بين صحار أربع، هي صحراء الجافورة من الشرق وصحراء الدهناء من الغرب، والربع الخالي من الجنوب وصحراء النفوذ من الشمال.

ونتيجة لهذا الوضع الطبيعي للمدينة التوأم (الهفوف والمبرز)، فقد تعرضت لخطورة التصحر، وتدميره لريفها ومراعيها ومزارعها ومراكزها العمرانية؛ بشكل لم يحدث في أي بلد عربي آخر. ففي شهري أيار وحزيران من كل عام، يشتد هبوب الرياح العاتية من الشمال الغربي والشمال الشرقي للمدينة، فتحمل ملايين الأطنان من الرمال الناعمة والخشنة، لتلقي بها على القنوات المائية والطرقات (كطريق الإحساء- ميناء العقير) وطريق الإحساء- سلوى أبو ظبي، وطريق الإحساء- الرياض، والإحساء الدمام- الجبيل. ويتقدم بحر الرمال بمعدل يتراوح ما بين 10-12 مترا في السنة[1].

وفي فصل الشتاء، تشتد الرياح الغربية والجنوبية، وتحمل كميات هائلة من

(1) د. علي حيدان: الموقع والموضع الجغرافي لمدينة الاحساء، جامعة الإمام محمد الإسلامية، كلية الشريعة بالاحساء 1983م.

الرمال الناعمة المتحركة والغبار المتطاير، وبسرعة تتراوح ما بين 8 إلى 10 أمتار في السنة. وقد أدى هبوب الرياح العاصفة تلك، من الغرب والجنوب ومن الشرق والشمال، إلى تكوين بحر الرمال العظيم خاصة في الجزء الشمال الشرقي والشرق من المدينة، الأمر الذي جعلها مهددة بهذا الزحف الرملي الهائل على المدينة وأراضيها الزراعية وقراها المحيطة بها.

ويغطي بحر الرمال العظيم هذا، نحو 24 ألف كيلو متر مربع. وقد نجم عن وجوده طمر ودفن العديد من المدن والقرى الزراعية، مثل مدن جواثة والناصرية والكلابية القديمة والعمران الشمالية والناطرة و واسط والمحترقة وغيرها. وفي عام 1963 تعرضت بلدات الكلابية الشمالية والعمران الشمالية والمقدام لدفن تلك البلدات تحت بحر الرمال العظيم.

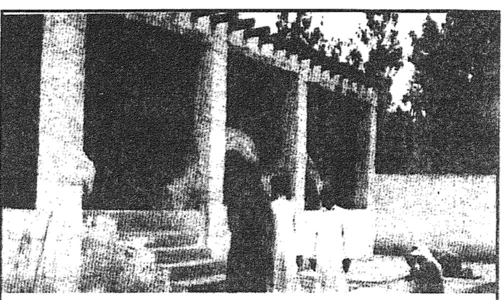
فأوعزت الحكومة السعودية إلى وزارة الزراعة، بالتصدي لهذا الزحف الرملي الخطير، وتأسس مستنبت شرقي مدينة الإحساء بمسافة 20 كيلومتراً لزراعة الأشجار الحرجية الملائمة لتلك البيئة.

ولم تقتصر خطورة زحف التصحر على المراكز العمرانية المذكورة آنفا. بل أصبح يهدد كل المراكز الواقعة أمامه، مثل الجليلة والكلابية الجديدة والعمران الجنوبية، والعيون والوزية والقرن والمراح، ليغطيها ببحر الرمال الزاحف عليها دون هوادة[1]؟؟

وقد قمت بدراسة ميدانية لبعض المدن المدفونة تحت بحر الرمال مثل مدينة جواثة، ولم يبق من آثار تلك المدينة المنكوبة سوى مسجدها، الواقع على ربوة عالية

(1) شكل يوضح جانب لبحر الرمال العظيم في واحات الاحساء رقم (31).

نسبيا، فوق موضع المدينة بعشرات الأمتار، وتنفجر من تلك الربوة عين للمياه تسقي الأشجار المزروعة حول المسجد[1]. ويعتبر ذلك المسجد الذي صليت فيه ثاني صلاة جمعه بعد مسجد المدينة المنورة زمن الرسول صلى الله عليه وسلم. فهو رمز لتلك المدينة المدفونة، ودليل آخر على خطورة هذا الغول الزاحف على الإحساء وقراها، من جميع الجهات وخاصة الشرق والشمال الشرقي منها.



صورة رقم (10) منظر جانبي لمسجد مدينة جواثا الواقع فوق ربوة عالية في موضع المدينة المدفونة بالرمال

(1) صورة لمسجد جواثة.



شكل (31): زحف بحر الرمال على واحات الأحساء

أما فيما يتعلق بمشروع حجز الرمال شرقي مدينة الإحساء، فقد تم زراعة نحو ثمانية ملايين شجرة حرجية، مثل أشجار الأثل والكينيا والغاف (Prosopis) والكازورينا والسنط والطلح. وتم غرس عدة حواجز شجرية لصد الرمال الزاحفة، في الجهة الشرقية والشمالية الشرقية من واحة الإحساء، بأبعاد تتراوح ما بين 5 إلى 20 كيلو مترا، وبعرض يتراوح ما بين 300 إلى 800 متر. وقد أقيمت تلك الحواجز الشجرية كمصدات بشكل متعامد، مع اتجاه الرياح الشمالية الشرقية. وقدرت المساحة الإجمالية التي تم تخضيرها وترميمها بنحو 70 ألف دونم، مزروعة بنحو ثمانية ملايين شجرة.

وقد أقيم هذا المشروع بسبب الحاجة الماسة، لوقف زحف بحر الرمال وما ينجم عنه من مخاطر بيئية؛ على المعمور من الأراضي في محافظة الإحساء. حيث تهب الرياح الشمالية الغربية والشمالية الشرقية بسرعة تصل لنحو 90 كم بالساعة. وتكون محملة بالرمال ومشبعة بالغبار الناعم المتطاير، الذي يهدد الجهاز التنفسي للإنسان بالمدينة. وقد قدرت كمية الرمال المحمولة بالرياح سنويا، إلى تلك المنطقة بنحو 320 ألف متر مكعب. وتزحف على الأراضي الزراعية والعمرانية، والتي غالبا ما تؤدي لتكسير أشجار النخيل ودفن مزارع الخضار بهذه الرمال الناعمة.

ويستخدم هذا المشروع الأخضر حاليا كمتنزه عام ووحيد، يرتاده مجتمع المدينة أيام العطلات الرسمية، للتمتع بجوه المنعش الجميل نسبياً، بالإضافة إلى جبل القارة الواقع على مقربة منه.

وقد استخدمت عدة طرق لإيقاف زحف الرمال، قبل زراعة أشجار هذا المشروع الأخضر الحيوي بالواحات، ولكنها كانت فاشلة وغير فاعلة، ومنها:

أ. تغطية الكثبان الرملية بالزيت الخام.

ب. تغطية الكثبان الرملية بخليط من الأسمنت والرمال بما نسبته 5:1.

ج. رش الكثبان الرملية بمواد كيماوية مثبتة كالبترول الخام أو الإسفلت.

د. إنشاء حواجز قرب المناطق المراد حمايتها كالمزارع والمساكن. وتمثل كاسرات للرياح.

هـ. حفر الخنادق بأعماق متفاوتة لكسر حدة تدفق الرمال الكثيفة.

و. إزالة الرمال بواسطة الجرافات في الحالات الاضطرارية.

ولكن مشروع زراعة الأشجار الحرجية، كان هو أكثرها فاعلية وحيوية في

التصدي للرمال والكثبان المتحركة بالواحات. وإذا ما تم نجاح مركز دراسات الصحراء التابع لجامعة الملك سعود بالرياض، في زراعة الأشجار الحرجية وبعض المحاصيل الزراعية الحقلية على المياه المالحة، فسوف يؤدي لمزيد من المسطحات الخضراء، المزروعة بالأشجار المحبة للملوحة والجفاف في أراضي المملكة السعودية وزيادة الإنتاج الزراعي ووقف زحف التصحر بالكساد الأخضر.

6. خطورة التصحر في الأراضي المصرية:

تبلغ مساحة مصر نحو 1.030.000 كيلو متر مربع. وتغطي الأراضي القابلة للزراعة بنحو 3٪ من إجمالي المساحة الكلية. وتعاني من داء التصحر كما عانت منه السعودية بمنطقة الإحساء. وتغطي رواسب الرمال حاليا بنحو أربعة أمثال حجم المعمور من الأراضي المصرية، سواء أكانت زراعية أم رعوية. وأغلب الكثبان الرملية في مصر هي من النوع الهلالي (البرخان) المتحرك، حيث تمتد في سلسلة طولها 600 كم مثل غرد أبو محرق بالصحراء الغربية، والذي يتقدم بمعدل 15 مترا سنويا.

ويرجح أن أغلب هذه الكثبان، تأتى من منخفض القطارة في الشمال وواحة سيوة في الغرب. حيث تهدد هذه الكثبان المشاريع الاستثمارية الضخمة، والمقامة في الوادي الجديد جنوب غرب مصر. وتطمر السكك الحديدية مثل خط أسيوط- الخارجة، الذي أصبح أثرا بعد عين. كما تهدد خط سكة قنا- أبو طرطور. ويتوالى دفنها للقرى مثل قرية جناح (3 مستويات حالياً)، بالإضافة إلى الآبار ونظم الاتصالات وطرق النقل، والأراضي الزراعية المحاذية لتلك الكثبان المتحركة.

كما تكثر الكثبان الداخلية وتتراكم الرمال في منطقة وسط سيناء وشمالها، وحول الفيوم ووادي الريان، وفي دلتا وادي النيل شمال غربي القاهرة بين الخانكة وأبى زعبل. كما توجد سلسلة من الكثبان الساحلية حول الإسكندرية شرقا، في

مناطق البوصيلي وإدكو وبلطيم وبرج البرلس. بالإضافة إلى الشريط الممتد بين مدينة العريش ورفح. كما ظهرت على طول الطريق الممتد بين العلمين وسيدي عبد الرحمن وراس الحكمة بمحافظة مرسى مطروح.

وقد بينت الدراسات التي أجريت بهذا الصدد على التعرية الهوائية (النحت الهوائي) في الأراضي المصرية، أن إجمالي الأراضي التي تغطت بالرمال السافية والكثبان الرملية، قد بلغت نحو 166 ألف كم^2، موزعة على المناطق والأقاليم التالية كما يتضح من الجدول التالي:

جدول رقم (13) يوضح مساحات الأراضي التي أضيرت بالتصحر في مصر العربية.

1. 3000 كم^2	في إقليم الفيوم ووادي الريان.
2. 3000كم^2	في غربي الدلتا ووادي النطرون.
3. 10.000كم^2	في منخفض القطارة وسيوة.
4. 4500 كم^2	بالواحات الغربية.
5. 4000 كم^2	في شبه جزيرة سيناء.
6. 5000 كم^2	في الساحل الشمالي الغربي الممتد بين الإسكندرية والسلوم.
7. 1500 كم^2	في شرق دلتا النيل.
8. 135.000 كم^2	في بحر الرمال العظيم بالصحراء الغربية.
9. 166000كم^2	مجموع الأراضي التي أضيرت بالتصحر في مصر.

ولا يقتصر داء التصحر على الكثبان الرملية المتحركة والرمال السافية، بل تعداه ليشمل التصحر الحضري، على الأراضي الزراعية ذات التربة السوداء بالدلتا والوادي. بالإضافة إلى تدهور تلك الأراضي، نتيجة لتجريف الطبقة السطحية من التربة السوداء الخصبة، لاستخدامها في صناعة الطوب الأحمر المشوي، بجانب

ارتفاع نسبة الملوحة في نسيج التربة لسوء الصرف فيها.

كما تتعرض التربة الزراعية للتعرية، بفعل الرياح العاتية والمياه الجارية. فكل هذه السلبيات مجتمعة لا تقتصر على مدينة دون أخرى، أو على الحضر دون الريف، بل باتت مشكلة قومية تستلزم التصدي لها بكل قوة.

وبالفعل فقد تم تطبيق قوانين التخطيط العمراني، لمنع التعدي على الأراضي الزراعية بالبناء أو التجريف، بل تشجيع استخدام بدائل لطمي النيل لصناعة الطوب، وتشجيع إنشاء المجتمعات العمرانية الحديثة ذات الأنشطة المتكاملة في المناطق الصحراوية، التي تناسب الموقع ذاته والموارد الطبيعية المتاحة فيه، لجذب السكان إليها وتخفيف حدة الكثافة السكانية في الوادي والدلتا، حيث اتجهت الأنظار إلى الساحل الشمالي الغربي الممتد بين الإسكندرية- مرسى مطروح- السلوم، وإلى ساحل بور سعيد- العريش- رفح، وإلى الوادي الجديد، وإلى الطريق الصحراوي الممتد غربي القاهرة- للإسكندرية، وإلى شبه جزيرة سيناء بعد إنشاء قناة السلام إليها عام 1996م.

أما فيما يتعلق بمشكلة تملح التربة وزيادة قلويتها وسوء الصرف فيها، فقد أقامت قنوات الصرف المغطاة تحت التربة لهذا الغرض، للتخلص من الملوحة الزائدة في نسيج التربة الزراعية بالوادي والدلتا.

كما أمكن معالجة مياه الصرف مرة أخرى، لتغطية العجز في مياه الري واستصلاح المزيد من الأراضي الرعوية المدمرة، آخذا في الحسبان كافة التعليمات والمحاذير المتعلقة بالبيئة، وهي تنمية مستدامة مع بيئة نظيفة وسليمة[1] بصورة مستمرة.

---

(1) محمود منير: الكثبان الرملية في مصر. أكاديمية البحث العلمي والتقنية. مجلس بحوث البيئة. القاهرة، 1983م.

الفصل الخامس عشر

مقاومة زحف التصحر

الفصل الخامس عشر

مقاومة زحف التصحر

1. استخدام المياه المالحة في زراعة المناطق الصحراوية.
2. أمثلة على بعض النباتات الملحية.

الفصل الخامس عشر

مقاومة زحف التصحر

من الأمور الهامة التي يجب أن تؤخذ في الحسبان، للحد من استشراء ظاهرة التصحر في وطننا العربي الكبير، الممتد من المحيط الأطلسي غربا حتى الخليج العربي شرقا، بمساحة تقرب من نحو 14.3 مليون كيلو متر مربع، وبأراضٍ جافة، وشبه جافة تزيد عن 90٪ من هذه الرقعة الشاسعة، فلا بد من استزراع أراضيه بالنباتات المحلية المحبة للملوحة، آو الجفاف أو المياه والبرودة، لإكثارها من ناحية، وإيجاد الكساء الأخضر للترب، التي دمرت وأصبحت في مهب الرياح والمياه الجارية. ومن ثم توفير الأعلاف الخضراء والجافة للمواشي، التي تعاني من عجز الغذاء الضروري لها، ومعالجة ملوحة التربة ببعض هذه النباتات كالسمّار المر (الحلفا)، وتحويلها من ترب ملحية إلى ترب معتدلة الملوحة قابلة لزراعة المحاصيل التقليدية. وتوفير المواد الأولية لتصنيع لب الورق وإنتاج الحرير الصناعي أو إنتاج الأخشاب، أو إنتاج الأدوية من بعض تلك النباتات الملحية، وتجميل شواطئ البحار العربية، بهذه النباتات كنبات الشورة (المانجروف)، والأهم من كل ذلك هو التصدي للغول الزاحف على أراضينا العربية المعمورة، وهو التصحر وترميم الأراضي الزراعية، التي تحولت من أراضٍ رعوية إلى أراضٍ شبه متصحرة في هذا الوطن العربي الكبير.

ويتميز وطننا العربي بأن الجزء الأكبر من أراضيه، يقع ضمن المنطقة الجافة وشبه الجافة من العالم. ويتصف بالعديد من النظم البيئية الصحراوية؛ مثل الواحات والجبال والوديان والسهول؛ والهضاب والصحاري الحصوية (الحماد)، والمستنقعات المحلية والسهول الساحلية ومستنقعات المانجروف (الشورة) وغيرها.

ولكل نظام من هذه النظم البيئية (ECOSYSTEMS)، غطاء خضري خاص به. ويتكون من نباتات تتسم بكساء خضري مميز عن غيره من الأنظمة البيئية الأخرى. حيث يتصف بسمات وخصائص شكلية وتشريحية وفسيولوجية، تمكنها من النمو والتكاثر تحت الظروف البيئية السائدة في كل نظام بيئي على حدة.

وقد قام العديد من علماء البيئة العرب والأجانب، بدراسة الغطاء النباتي لتلك النظم البيئية بالوطن العربي. وتمكنوا في بعض البلدان العربية من رسم الخرائط النباتية الكاملة لغطائها النباتي. ولا تزال تستكمل هذه الدراسات في بقية البلدان العربية. ونأمل أن نرى في المستقبل القريب. خريطة نباتية شاملة لكل وطننا العربي الكبير. إنها حقا أمنية غالية، نأمل أن تتحقق بتكاتف وتعاضد كل العاملين العرب في هذا المجال. لأنها تشخيص للغطاء النباتي وفوائده ومشكلاته.

- وربما يسأل سائل ما الفائدة من هذه الدراسات وتلك الخرائط النباتية؟
- أو لماذا تدرس هذه النباتات البرية، التي لا يرى الإنسان البعيد عن هذا المجال أي فائدة ترجى منها؟
- وهل لها القدرة على مكافحة التصحر في وطننا العربي؟

إن الله سبحانه وتعالى لم يخلق أي شيء عبثا. فالنباتات البرية لها فائدة كبيرة جدا للإنسانية. وفوائدها لا تعد ولا تحصى. وقد ترك الله سبحانه وتعالى للإنسان، الحرية في البحث والتقصي من خلال الدراسات الميدانية والمعملية، للتعرف على سر خلقها وطرق معيشتها وتأقلمها مع بيئتها، بجانب التعرف على سماتها وتركيبها ومنتجاتها، من الثمار والبذور ومحتوياتها من الألياف والزيوت وغيرها.

وحينئذ سوف يعرف كيف يستفيد منها، ويدخلها ضمن زراعاته التقليدية المعروفة، وتصبح بالتالي نباتات اقتصادية. وقد حدث هذا الوضع بالفعل، من قبل الإنسان منذ بدء الخليقة ليومنا هذا. حيث اهتدى بفطرته إلى فوائد عديدة من أنواع النباتات البرية، فاستأنسها واستكثرها واستغلها لصالحه. وهي تمثل حاليا كل

النباتات المزروعة، كالمحاصيل الحقلية والخضراوات والفواكه ونباتات الألياف والأشجار الحرجية والنباتات العلفية والنباتات الزيتية.

وعليه، فان النباتات البرية، التي نراها بالصحاري والواحات والمستنقعات، والسواحل والجزر والخلجان المحمية من الأمواج والوديان والجبال... الخ لا بد وأن تكون لها فوائد اقتصادية جمة لبني الإنسان فوق سطح البسيطة.

إنها بالفعل، ثروة طبيعية متجددة لا تنتهي أبداً، إلا بانتهاء الحياة على الكرة الأرضية. ولا بد من التعرف على تلك الثروة في وطننا العربي، لكي نتمكن من تسخيرها لمنفعة المجتمع العربي وبيئته.

ولن يتحقق ذلك، إلا بمزيد من الدراسات والبحوث البيئية للغطاء النباتي الطبيعي، والتي سوف تؤدي إلى رسم الخرائط النباتية الشاملة لهذا الوطن الكبير.

وتعتبر الخرائط تلك، الأساس العلمي الذي يستدل به على نوعية الغطاء النباتي الطبيعي، وتحديد الطرق العلمية السليمة، للمحافظة عليه واستغلاله استغلالا راشدا، وتطويره، والتوسع في استزراع النباتات المناسبة في البيئات الملائمة لها، وخاصة تلك التي ثبتت أهميتها الاقتصادية.

ولكن ما هي أهم الفوائد لهذه النباتات البرية في وطننا العربي؟؟

إنها تفيد في نواح عدة أهمها:

أ. وقف زحف التصحر على المعمور من الأراضي العربية، بالنباتات المحبة للملوحة والجفاف.

ب. معالجة ملوحة التربة ومنع انجرافها بفعل عوامل التعرية السطحية.

ج. توفير المواد العلفية الخضراء والجافة طيلة العام للثروة الحيوانية.

د. توفير المواد الأولية للصناعات القائمة كصناعة الورق والأثاث والأصباغ وغيرها.

هـ. تجميل الشواطئ في السواحل البحرية العربية، كأماكن استجمام وترويح للسكان.

و. توفير مياه الري العذبة واستبدالها بمياه مالحة من الآبار الجوفية المالحة، أو مياه البحار مباشرة، عند استزراع بعض النباتات المحبة للملوحة، والجفاف وتخضير الأراضي العارية المهددة بالتصحر، الزاحف عليها من كل حدب وصوب.

أ. تسهيل عملية ترميم الأراضي التي دمرها التصحر، من خلال تخضير التربة بالنباتات المقاومة للجفاف والملوحة، وتجديد السهول الرعوية التي دمرت نهائيا.

ب. التوسع في إنشاء مشاتل الحراج والشجيرات الرعوية، المحلية البرية في أقطار الوطن العربي، بالاعتماد على استغلال المياه المالحة بدلا من المياه العذبة.

وأخيراً إن وطننا العربي، يعاني من استشراء ظاهرة التصحر في أراضيه، الرعوية والزراعية، وهدد ويهدد المراكز العمرانية، ولا يوجد دواء لهذا الداء البيئي، إلا بالتوسع في تخضير الأرض ووقف زحف الصحراء نحو المعمور من الأرض العربية (صورة رقم 3 و4).

وسوف نتناول بشيء من التفصيل بعض أنواع هذه النباتات المهمة حيث تقسم النباتات في البيئة العربية بوجه عام- إلى عدة أقسام هي:

1. النباتات المحبة للجفاف (XEROPHYTES): وهي تلك النباتات التي تتحمل النقص الشديد في المياه والحرارة العالية.

2. النباتات المحبة للملوحة (HALOPHYTES): وهي تلك النباتات التي تعيش في الترب والتي تحتوي على نسب عالية من الأملاح.

3. النباتات الجبلية (MOUNTINOUS PLANTS): وهي تلك النباتات التي تعيش على الجبال العالية، حيث البرودة الشديدة للغاية.

4. النباتات المائية (HYDROPHYTES): وهي تلك النباتات التي تعيش في المياه العذبة أو المالحة، طافية أو مغمورة أو مغموسة.

ولكل من هذه النباتات صفاتها وسماتها المميزة؛ والتي تتأقلم وتتكيف بها مع الظروف البيئية الطبيعية السائدة. وقد قسمت هذه النباتات طبقا لفوائدها الاقتصادية إلى أربعة أنواع وهي:

أ. نباتات الألياف (FIBER PLANTS): وتدخل هذه النباتات في تصنيع الورق والحرير الصناعي والحبال والحصر والسلال وغيرها.

ب. نباتات المراعي: وهي تلك النباتات العلفية التي تصلح كمراع للمواشي، مثل القطف والحرمل والكوخيا والشورة وحشيشة السودان، والشمندر السكري والأعشاب الطويلة كالشعير البري، والسبيلة والسنيسلة و البهما التي يزيد طولها عن 100 سنتمتر تقريباً.

ج. نباتات الأخشاب والوقود والأعلاف

(Wood and Fuel and Forages For Animals plants):

وتشمل هذه النباتات جميع الأشجار الحرجية، والشجيرات التي تصلح لصناعة الأخشاب، مثل أشجار السنط والطلح والنخيل غير المثمر والسلم والسمر والأثل والعرين، والطرفا والسدر والنبق، والعرج والكينيا والكازورينا، والخروب والبطم والبلح، والبلوط والقيقب السوري والغاف (Prosopis) والفلفل الكاذب، والعرعر والزعرور والصنوبريات والسرو وغيرها.

وأما الشجيرات التي تنمو في البيئة المحلية العربية، فتتمثل في القطف والرتم والحرمل، والرغل والكداد والعوسج، واللصف والديس والخروع أو الجار، والعشار والعدم والقرضي والأرطي والملوح وغيرها.

وأما الأعشاب المحلية، فتتمثل في السمار المر (الحلفا)، والقصب وشوك الجمال والشعران والسبيلة والسنيسلة، والبهما والرمث والعاقول والهالوك، والهلال والشعير البري والمرار، والخرفيش والخردل والأقحوان وغيرها.

د. النباتات الطبية (Medicinal Plants): وتشمل جميع النباتات التي تدخل في تصنيع الأدوية، مثل الكينيا (الكافور)، والشورة وأعشاب البابونج والزعتر والميرمية، والشيح والجعدة والنعناع ورجلة الحمام وغيرها، الكثير الكثير.

استخدام المياه المالحة في زراعة المناطق الصحراوية:

تفقد كميات كبيرة من المياه في التربة والنبات، في المناطق الجافة وشبه الجافة، من خلال عمليات التبخر والنتح. ويؤدي هذا التبخر السريع للمياه، إلى ارتفاع نسبة الأملاح في الطبقات المختلفة من قطاع التربة. حيث يصل لمستويات عالية، توقع أضراراً مختلفة للمحاصيل الزراعية. ويشارك هذه الظاهرة الطبيعية ظاهرة أخرى؛ وهي عدم توافر المياه العذبة في الكثير من المناطق الجافة؛ حيث تروى المزارع بمياه ذات محتوى عال من الأملاح الذائبة. وأن المحاصيل المختلفة لها درجات مختلفة من النمو والإنتاج في الأوساط المتأثرة بالأملاح. فمنها ما يوصف بأنه حساس، حيث يبدأ إنتاجه بالتناقص، إذا ما زاد تركيز الملح في مياه الري عن 450 جزء في المليون مثل الفراولة، والبعض الآخر، يوصف بأنه مقاوم للأملاح وهو

الأهم، حيث بدأ محصوله يتأثر بالأملاح الذائبة، إذا ما زاد تركيزها عن 3000 إلى 3500 جزء في المليون في مياه الري، مثل الشعير والقطن وبنجر السكر[1].

بينما يتأثر كل من القمح وفول الصويا والفول السوداني، ما بين 2500 إلى 1300 جزء في المليون. أما النخيل والتين والبندورة، فتتأثر عند تركيز الأملاح ما بين 1700 إلى 1100 جزء في المليون. وأما الذرة والفول البلدي والبرتقال، والليمون والمشمش والعنب والفراولة، فتتأثر بالملوحة ما بين 700 إلى 600 جزء بالمليون[2].

امثلة على بعض النباتات الملحية:

ما من ريب، في أن الوطن العربي يضم مساحات شاسعة، من الأراضي الصحراوية الجافة والأراضي الغدقة، والمستنقعات والشطوط والواحات والشواطئ البحرية الطويلة، حيث تنمو فيها أنواعا كثيرة ومتعددة، من النباتات البرية المعمرة، ذات تحمل كبير للملوحة العالية والجفاف الشديد، تحت ظروف مناخية جدّ متطرفة وقاسية.

وتتركز هذه النباتات في مجاري الأودية وفي الواحات والمنخفضات، حيث المياه الجوفية قريبة من سطح التربة، وبالمستنقعات المالحة في الواحات والمناطق الساحلية والداخلية، وعلى سفوح الجبال. وكل نوع له مواصفاته وأشكاله وتركيبته وفسيولوجيته، التي تمكنه من التكيف مع بيئته المحيطة به.

ومن أهم النباتات الملحية، التي تمت دراستها وثبتت أهميتها الاقتصادية،

(1)Zahran.M.A; Introduction To Plant Ecology And Vegetation Types Of Saudi Arabia. King Abdul Aziz University Press. Geddah Saudi Arabia 1983

(2)Ibid.

ويقترح إدخالها في زراعة الأراضي الملحية بالوطن العربي؛ لتصبح محاصيل غير تقليدية. وتعمل على تنمية البيئة المالحة في هذا الوطن العربي، ولتكون الدواء الشافي لوقف زحف التصحر على الأراضي الرعوية والزراعية، ومنها:

1. نباتات السمار المر (الحلفا) كمادة أولية لصناعة الورق وعلف الماشية.
2. نباتات الكوخيا كعلف للماشية طيلة السنة (علف أخضر وجاف).
3. نباتات الشورة لتنمية البيئة الساحلية العربية، وتجميلها كمناطق استجمام وترويح. ومن خصائص هذه النباتات الثلاث، أن لها القدرة على النمو والتكاثر، والقيام بكل الوظائف الحيوية في أراضٍ تحتوي على نسبة عالية من الملوحة الشديدة، والتي لا يمكن لأي نوع من أنواع النباتات الأخرى النمو والتكاثر فيها بسهولة ويسر.

كما تستطيع النمو تحت ارتفاع درجات الحرارة العالية، والتبخر العالي، مع انخفاض كميات الأمطار، والرطوبة الجوية كما هو سائد في معظم الأقطار العربية.

وعليه، فان النباتات التي يمكنها التكيف مع هذه الظروف البيئية القاسية، لا بد وأن يكون لها دورها الهام، والمؤثر في تطوير تلك البيئة، إذا ما تمت دراستها من جميع النواحي البيئية والزراعية والصناعية... الخ.

وهناك حلول مقترحة لمشكلة تزايد الملوحة في الترب العربية ومن أهمها هي:

1. إقامة مشاريع استصلاح الأراضي والري والصرف، واتباع الطرق السليمة في غسل التربة بشكل منتظم و مدروس علميا.
2. الاهتمام بالزراعة المحمية، التي أثبتت نجاحها وفاعليتها في المناطق الجافة.
3. إقامة مشاريع تحلية المياه قرب المناطق الزراعية، لتوفير المياه العذبة للزراعة.

4. اختيار سلالات معينة من النباتات، تتحمل الظروف البيئية الخاصة بمنطقة الزراعة. وللهندسة الوراثية وعمليات التهجين دور كبير في تحقيق هذا الهدف.

وقد تم اختيار أصناف محلية وعالمية في السعودية؛ لمحاصيل الحبوب الرئيسة بلغت 6061 صنفا من القمح، ونحو 1412 صنفا من الشعير، و144 صنفا من الذرة الرفيعة والدخن. وقد تم تصميم نظام اختبار لهذه الأصناف، لاختيار الأصناف التي تظهر إنتاجية عالية، تحت تأثير نسبة عالية من الأملاح الذائبة في مياه الري، تصل إلى نحو 20 ألف جزء في المليون.

وبهذا الاختيار تم الحصول على نتائج طيبة، ساعدت على تبني الكثير من الأصناف، لزراعتها بشكل تجاري في مناطق مختلفة من السعودية.

وقد بينت بعض النتائج لتلك الدراسات، أن أحد أصناف محصول القمح أعطى إنتاجا جيدا، باستخدام مياه ري، كان تركيز الأملاح فيها يصل نحو 8300 جزء في المليون. حيث بلغ محصوله 72٪ من ذلك الذي ينمو تحت ظروف تحتوي على نسب عادية من الأملاح. علما بأن الأصناف الشائعة للقمح، تفقد عند هذا التركيز العالي للأملاح نحو 50٪ من إنتاجها[1].

هذا ما ينطبق على فاعلية المحاصيل الحقلية المزروعة، تحت ري المياه المالحة في السعودية. أما ما يهمنا بهذا الصدد، فهو زراعة بعض النباتات المحبة للملوحة؛ والتي نجحت زراعتها في مصر والسعودية أيما نجاح ومنها:

1. نبات السمار المر:

يعتبر هذا النبات من النباتات المحبّة للملوحة. وقد أثبتت الدراسات البيئية

(1) Chapman.V.G.; Salt Marshes And Salt Deserts Of The World ; 2nd Ed. Grow-Hill. London. 1974. Pp.50-101

لهذا النوع من النباتات، تواجده في معظم الأقطار العربية خاصة في أراضي المستنقعات، والواحات والشطوط بالجزائر وتونس وحوض الأزرق بالأردن.

ويقسم هذا النبات إلى نوعين هما:

ريجيداس (Juncus rigidus) واكيوتاس (Juncus acutus).

وقام أحد المختصين بهذا الصدد بتجارب في منطقة بحيرة المنزلة في مصر، وكانت النباتات تروى بالمياه المالحة نسبيا. وأعطت نتائج جيدة حيث تراوحت أطوال ألياف السوق الورقية ما بين 150 إلى 240 سنتيمترا. وهذا عامل مشجع ودلالة هامة، على إمكانية إنتاج لب الورق من هذه النباتات بدلا من استيراده من ناحية، وتوفير المادة العلفية للمواشي، وتثبيت التربة أمام عوامل التعرية ووقف زحف التصحر، على الأراضي الرعوية والزراعية، خاصة في مناطق المستنقعات والواحات والسواحل البحرية.

وقد قامت شركة الورق الأهلية بمصر، بأجراء التحاليل الكيميائية على هذه النباتات. حيث وجد أن السوق الورقية لهذا النبات، تحتوي على نسبة عالية من مادة السليلوز؛ بما نسبته 39.7٪ ونسبة قليلة نسبيا من مادة اللجنين بنحو 13.5٪[1].

ونظرا لأنه كلما ارتفعت نسبة السليلوز وانخفضت نسبة اللجنين، كان لب الورق الناتج، ذو صفات جيدة. وقد أجريت في نفس المصنع المذكور، تجارب نصف صناعية، وذلك باستخدام طن واحد من نبات السمار، دون خلطة بلب الخشب المستورد، وأنتج ورقا جيدا له مواصفات فيزيقية وكيماوية عالية. كما أثبتت تلك الدراسة، أن إضافة مخاليط الأسمدة الكيماوية من النيترات

(1) zahran, M.A.; OP.cit.

والفوسفات، قد أدت إلى زيادة ملحوظة في المحصول الخضري لهذا النبات، خاصة حينما تكون كمية النيترات أعلى من الفوسفات. كما استطاع الباحث[1] معرفة أنسب مخاليط الأسمدة، لإنتاج أوفر من المحصول الخضري مع أطول الألياف، وأعلى نسبة من السليلوز وأقل نسبة من اللجنين، أي كل الصفات الطبيعية والكيماوية المطلوبة لإنتاج الورق الجيد.

بالإضافة لما سبق، فقد أثبتت الدراسات الحقلية أيضا، أن زراعة السمار المر بالأراضي، تقلل من نسبة الملوحة بالتربة، مثل نبات الشمندر السكري ونبات الكوخيا ونبات الشورة. كما ثبت أن السمار المر من نوع ريجيداس، يفضل زراعته واستخدامه في صناعة الورق عن نوع سمار أكيوتاس. وما يهمنا من هذه التجربة لهذه النباتات الأمور التالية وهي:

1) يمكن استخدام السمار المر، كمعالج للتربة من تزايد الملوحة في الأراضي المالحة، حيث يستطيع النمو والتكاثر تحت نسبة 6000 جزء في المليون خاصة بالواحات والمستنقعات.

2) يمكن استخدامه في صناعة لب الورق، خاصة سمار ريجيداس، بدلا من الاستيراد من الخارج لهذه المادة، التي يطرد الطلب عليها يوميا في وطننا العربي الكبير.

3) كما يمكن استخدامه في تثبيت التربة، من التعرية الهوائية ومنع انجرافها في الأقاليم الجافة وشبه الجافة.

(1) Ibid

4) ويمكن استخدامه كمادة علفية للحيوانات، في أراضى الواحات والمستنقعات أو الأراضي التي تملحت التربة فيها لسوء الاستغلال البشري فيها.

5) تعتبر أراضي الواحات والشطوط متاحة في الوطن العربي، ويمكن اختيار الأصناف الجيدة من هذه الفصيلة وإكثارها في المشاتل، وتوزيعها على البيئات الملحية المناسبة لزراعته.

6) كما يمكن ريه بالمياه المالحة من البحر أو الآبار الجوفية المالحة مباشرة، ويعطي مادة خضراء طيلة العام للعلف وللتصنيع، بجانب حماية التربة من التملح والانجراف!!

7) يمكن إضافة مخاليط الأسمدة الكيماوية، من النيترات والفوسفات لزيادة أطوال الألياف، والحصول على أعلى نسبة من مادة السليلوز، وأقل نسبة من مادة اللجنين، والتي تؤثر على نوعية لب الورق سلبا.

8) ومن سمات هذا النبات، أنه يزرع في أراضٍ مالحة، لا تصلح لزراعة النباتات التقليدية المعروفة الأخرى؛ كالمحاصيل الحقلية والفواكه والخضار.

2. نباتات الكوخيا كمادة علفية للحيوانات (kochia plants forage for animals):

لا يقل هذا النبات أهمية عن نبات السمار المر، كمادة علفية جيدة للحيوانات، ومعالج أيضا ممتاز لملوحة التربة. وقد قام د. محمود زهران بتجربة في منطقة بحرة الواقعة بين مدينتي جدة ومكة، لأحد الأثرياء السعوديين، وأجرى تجربة زراعة نبات الكوخيا بنوعيها كوخبا انديك (kochia indic) وكوخيا سكورباريا (kochia scorparia). حيث جلبت الأولى من مصر، والثانية من ولاية تكساس

بالولايات المتحدة. وكانت تتميز أرض التجربة، بأنها مالحة والمياه الأرتوازية مالحة، ومتاحة من الآبار في المنطقة. وأشرفت كلية الأرصاد والدراسات البيئية، بجامعة الملك عبد العزيز بجده عليها. وبعد إِعداد الأرض للتجربة، تمت زراعة النوعين المذكورين لهذا النبات؛ بالإضافة إلى زراعة نباتات مشابهة أخرى، مثل القطف وحشيشة السودان، لعمل مقارنة على مدى تحمل هذه النباتات، للظروف البيئية السائدة في أرض التجربة، والتي تروى بمياه الآبار المالحة. وقد كانت نتائج تلك التجارب الحقلية مشجعة للغاية. حيث أمكن زراعة هذه النباتات في أراضٍ رملية، رويت بمياه الآبار المالحة والتي تراوحت درجة ملوحتها ما بين 4000 إلى 6000 جزء في المليون. وتحت درجة حرارة عالية لا تقل في الصيف عن 48 درجة مئوية، وفي الشتاء عن 30 درجة مئوية. كما نجحت زراعة هذه النباتات مرتين كل عام. أي يمكن الحصول على علف أخضر طيلة العام.

إنها الطريقة المثلى لاستغلال الموارد الطبيعية، والاستفادة منها على أتم وجه، لتنمية البيئة في وطننا العربي، والحصول على حماية التربة من الانجراف والتصحر، ومعالجة ملوحتها المطردة وتوفير العلف الأخضر والجاف، الذي يسد حاجة ملايين الرؤوس من الأغنام والماعز، والأبقار والإبل، التي بلغت أعدادها نحو 400 مليون رأس عام 2013 في الوطن العربي عام 2013م، في كل الأقطار العربية التي تعاني عجز في مادة الأعلاف، وبالتالي توفير المنتجات المحلية من اللحوم ومشتقات الألبان والأصواف والجلود، وتخفيف الضغط على الخزائن المالية التي تخصص ملايين الدولارات؛ لاستيراد هذه المواد من استراليا ونيوزيلندة والدول الأوربية وغيرها.

ويضم نبات الكوخيا عددا من الأنواع النباتية، التي تتحمل الجفاف الشديد، مثل كوخيا سكورياريا (kochia scorparia) وتلك التي تتحمل الملوحة الشديدة مثل كوخيا انديك (kochia Indic)، وقد جذبت هذه النباتات انتباه علماء البيئة النباتية، في بعض بلدان العالم مثل الولايات المتحدة وروسيا والهند ومصر و أخيرا السعودية وغيرها.

وذلك لأن الحيوانات تقبل إقبالا كبيرا، على رعي هذه النباتات التي تحتوي على نسبة عالية من المواد الغذائية[1].

3. نبات الشورة وتطوير البيئة الساحلية (Mangroves and shore line Development):

لقد بينت الدراسات الجغرافية لتوزيع هذه النباتات، على سواحل الكرة الأرضية، أن ما بين 60٪ إلى 70٪ من سواحل المناطق المدارية، تتميز بوجود نباتات الشورة. حيث تتوافر درجات الحرارة العالية لهذا النبات. ويصل عدد أنواع نبات الشورة لنحو 55 نوعا، تتبع نحو 16 جنسا و11 فصيلة، ولكن هذه الأنواع تختلف في طبيعة انتشارها على تلك السواحل. فهناك نوعان من الشورة هما: ريزوفورا (Rhizophora) وأفيسينيا (Avicenia) وهما الأكثر انتشارا عن باقي الأجناس الأخرى.

ومن الجدير بالذكر، أن اسم افيسينيا يعود إلى العالم العربي الشهير ابن سينا، الذي يعتبر بحق أول من كتب عن هذه النباتات وفوائدها.

---

(1) Ibid.

وتعني نباتات الشورة mangroves، أنها أشجار وشجيرات تنمو بالمياه الضحلة، على سواحل البحار والمحيطات، الواقعة ما بين مداري الجدي والسرطان. لذلك يطلق عليها نباتات مدارية، ويعتمد انتشار هذه النباتات على السواحل، على أربعة عوامل بيئية رئيسة هي:

1. درجة حرارة الجو.
2. ملوحة المياه.
3. طبيعة تربة السواحل.

4. قوة ومدى المد البحري والأمواج عند الساحل.

وتعتبر هذه النباتات بوجه عام، من النباتات المالحة الاختيارية (Facultative Halophytes)، حيث تنمو في مناطق ساحلية، لا تستطيع أن تنمو فيها نباتات المياه العذبة. لذا يمكن زراعتها في مياه البحر الضحلة مباشرة. ولكنها من ناحية أخرى، لا تتحمل برودة الجو. وهذا ما يفسر ازدهارها في المناطق الساحلية، التي يزيد فيها متوسط درجة حرارة الجو لأبرد شهور السنة عن 15 درجة مئوية. وعدم نموها على سواحل المناطق الباردة في العالم؛ شمال وجنوب المنطقة المدارية.

ونظرا لكونها تنمو في مياه البحر الضحلة، التي تقل فيها نسبة الأكسجين، إلا أنها تغلبت على هذه المشكلة، بوجود نوعين من الجذور لهذه الشجرة، وهي جذور تنمو إلى أسفل لتدعيم النباتات بالتربة، وجذور تنمو إلى أعلى للتنفس فوق سطح الماء.

وهناك حقيقة علمية، تميز هذا النوع من النباتات الملحية عن غيرها من

النباتات، وهي أن بذورها تبدأ في الإنبات أثناء وجودها على أغصان الشجرة أو الشجيرة، ثم تسقط فتنغمس جذورها الصغيرة فورا في التربة، ثم تكمل نموها بعد ذلك. وقد قسمت نباتات الشورة طبقا لطبيعة أرض السواحل، التي تنمو عليها إلى ثلاثة أقسام هي:

أ. شورة تربة الشعاب المرجانية.

ب. شورة التربة الرملية الطينية.

ج. شورة التربة العضوية.

وقد ذكر أحد الباحثين بهذا الصدد، مثل الخبير الأمريكي ويلسون والش (Wilson Walsh) أن التربة النموذجية لنمو هذه النباتات، وهي التربة الطينية التي تحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية. أما التربة التي اشتقت من صخور غرانيتية أو كوارتزية فلا تصلح لنمو هذه النباتات.

كما يعتبر عامل المد البحري القوي، أحد العوامل الهامة التي لا تؤثر فقط على نمو هذه النباتات فحسب، بل يؤثر كذلك على اتساع رقعة غطائها الخضري على الساحل. وقد وجد أن أنسب المناطق الساحلية لغزارة هذه النباتات، هي الخلجان المحمية من الأمواج، والمد البحري القوي. حيث تعمل تلك العوامل على نزع البادرات الصغيرة لنباتات الشورة وهدم تربتها.

وتتمثل أهمية هذه النباتات في أن غطاءها النباتي، يساعد على بناء وتثبيت التربة على المناطق الساحلية، وحماية تلك السواحل من عوامل التعرية السطحية، كما يمكن أن يستغل لإصلاح التربة وامتصاص الملوحة منها عند مصبات الأودية.

فقد ذكر الباحث ماكنى (Mackny) عام 1968، أن هذا النوع من النباتات

وهوريزوفورا (Rhizorphora Apiculata)، قد أدخلت إلى سواحل جزيرة سريلانكا وزرعت عند مصبات الأودية، بهدف بناء التربة وتثبيتها تمهيدا لاستغلالها في زراعة الأرز. ونجحت نجاحا كبيرا. كما أن ثمار هذه النباتات وأوراقها وجذورها التنفسية، يمكن استخدامها في إنتاج الأصباغ ومواد الدباغة؛ وصنع القوارب وعلب الكبريت، واللعب الخشبية ومصدرا هاما للوقود، بالإضافة لاستخدام أوراقها علفا أخضر للمواشي.

وقد ذكر العالم المغربي ابن عباس عام 1230م، انه يمكن استخلاص مواد طبية لعلاج أمراض اللثة والكبد. واتضح أخيرا من التحاليل المعملية على أنها تشتمل على المواد التي تعتبر مصدرا لإنتاج الهرمونات المقوية للرجال. كما أن فوائدها في المكان الذي تعيش فيه، أن تكون ملاذا خصبا لتكاثر القشريات والأسماك المختلفة، مثل سواحل شبه جزيرة فلوريدا بالولايات المتحدة، التي يكثر وجود هذه النباتات فيها، حيث تكثر فيها أسماك الاستاكوزا والجمبري والسلمون والبوري؛ وسرطان البحر والسمك النهاش، وسمك الطبل، وكثير من الطحالب ذات القيمة الغذائية العالية.

ونتيجة لفوائدها العديدة، فقد قاموا بزراعتها في المناطق الساحلية المدارية، التي تخلو منها. فقد ذكر الباحث الأمريكي تيس(Tees) عام 1972م، أن جزر هاواي، كانت تخلو من هذه النباتات حتى عام 1905م.

وعندما أدخلت زراعتها إلى سواحل هذه الجزر، نجحت نجاحا كبيرا، وكونت غابات ساحلية كثيفة، يزيد ارتفاع الشجرة فيها حاليا عن 21 مترا. كما أن

هناك تجارب ناجحة، في مناطق أخرى مثل سواحل فلوريدا وسريلانكا والفليبين وماليزيا.(1)

أما إمكانية نجاح هذه النباتات في الأراضي العربية، فهي تنمو جنوب خط عرض 28 درجة شمالا فقط، والنوع السائد منها افيسينيامارينا(avicinia marina) في مناطق محددة على سواحل البحر الأحمر، وبحر العرب والمحيط الهندي المطل على الصومال. ولكنها للأسف- تعرضت للتدمير لسوء الاستغلال من ناحية، والتلوث الناجم من عوادم السفن من ناحية أخرى. كما يمكن أن تنجح زراعتها على ساحل الخليج العربي من الجبيل شمالا حتى عمان جنوبا.

ويمكن إيجاز أهم فوائد هذه الأنواع الثلاثة في وطننا العربي فيما يلي:

1. يمكن تثبيت التربة أمام زحف التصحر على الأراضي الجافة وشبه الجافة.
2. يمكن توفير المواد العلفية للثروة الحيوانية، طيلة العام كعلف أخضر وجاف.
3. يمكن استخدامها لامتصاص الملوحة العالية في التربة ومعالجة التربة منها.
4. يمكن إنتاج لب الورق، الذي يتزايد الطلب عليه في البلاد العربية كل عام.
5. تمثل هذه النباتات مواد أولية لتصنيع الأخشاب، والحرير الصناعي، كنباتات المانجروف (الشورة) والسمار المر على التوالي.
6. يمكن زراعتها في شواطئ البحار والمحيطات، وريها من مياه البحر مباشرة لتحويلها إلى غابات ساحلية، فهي لا تحتاج لمياه عذبة لريها.

---

(1)Kassas. M.; Plant Life In Desert In Arid Lands – A Geographical Appraisal – UNESCO Paris. 1966. Pp.60-95

7. يمكن الإكثار من هذه النباتات المحبة للملوحة والجفاف، لأنها الأنسب في تحقيق الكساء الأخضر للترب العربية؛ وتوفير المياه العذبة للمحاصيل التقليدية المعروفة، وبالتالي تثبيت حركة الكثبان الرملية الزاحفة على الأراضي المعمورة.

وكل هذه النباتات لها خصائصها وتحوراتها، التي تميزها عن غيرها من النباتات الأخرى. وتمكنها من النمو والتكاثر تحت عوامل الجفاف والملوحة. أي يمكن اعتبارها محاصيلاً غير تقليدية.

وهذا يعني أن علم البيئة النباتية التطبيقي، يقدم النباتات البرية المحلية العربية، على أنها الدواء الشافي لوقف التصحر، بل تخضير الصحاري العربية، وحماية البيئة العربية من التلوث الرملي والغباري، في معظم مدننا العربية، الواقعة في المناطق الجافة وشبه الجافة، كمدن دول الخليج الست وليبيا وجنوب تونس والجزائر ومصر ومنطقة الهامش الصحراوي بالأردن.

كما يمكن إضافة المقترحات التالية لمقاومة التصحر ومنها ما يلي:

1. تسخير المياه المالحة على مستوى الدول العربية، في تخضير المناطق شبه الجافة (الحدية) بالوطن العربي، لزراعة النباتات المحبة للملوحة مثل الأثل والطرفا والغاف.

2. تسخير المياه المعالجة (العادمة) في تحريج المناطق المهددة بالتصحر، وزراعتها بالشجيرات الرعوية، مثل منطقة الهامش الصحراوي بالأردن، وحوض الأزرق وسهل الجفارة في ليبيا، وجنوب تونس والإحساء وسيناء والواحات الغربية بمصر.

3. تشجيع البحث العلمي للتصدي لهذه المعضلة البيئة، ووضع الحلول الجذرية لوقفها بالزحف على الأراضي المعمورة، سواء كانت زراعية أم رعوية أم سكنيه.

4. توفير التمويل اللازم لهذه الدراسات والبحوث في كل الأقطار العربية، مع التنسيق وتبادل المعلومات فيما بينها؛ فيما يتعلق بالتصحر ومخاطره.

5. التوسع في إنشاء مشاتل الغراس المحبة للملوحة والجفاف، في كل المناطق التي دمرها التصحر، أو في طريقه لتدميرها كمشروع حجز الرمال بالإحساء ومنطقه سهل الجفاره في ليبيا العظمى.

6. التوسع في زراعة الأحزمة الشجرية لوقف حركة الكثبان الرملية؛ كأشجار الغاف والكينيا والكازورينا والأثل والطرفا والسنط والطلح ...

7. وضع خطة بيئية شاملة في كل بلد عربي، لمعالجة مشكلات البيئة المحلية، ومنها معضلة التصحر إن وجدت في ذلك البلد. وكلها تعاني من هذه المشكلة إلا لبنان الشقيق.

8. تشجيع زراعة أشجار الزينة داخل المدن والبلدات وعلى أطرافها، كأشجار الصنوبريات والسرو والكينيا والكازورينا، والفلفل الكاذب والنخيل غير المثمر، وتحديد حدود موضع المدينة بهذه الأحزمة الشجرية.

9. دراسة أنسب استخدام أرضي للأراضي التي يتم ترميمها وتأهيلها، من قِبل مهندسي التربة والنبات والجغرافية، بحيث لا تتكرر المأساة بالتصحر والتلوث الغباري مرة ثانية.

10. التوسع في زراعة الشجيرات الرعوية مثل القطف والرغل والملوح؛ والحمض

والسبط والديس والحلفا في الأراضي التي تم استصلاحها، لتكون مراع رئيسة للمواشي وتنظيم عملية الرعي فيها.

11. تشجيع عملية الحصاد المائي في البوادي العربية، لتخضير التربة العارية المهددة بالتصحر.

12. تطوير مصادر المياه التقليدية في المناطق شبه الصحراوية.

13. التوسع في الزراعة المحمية في المناطق شبه الجافة والجافة بالوطن العربي.

14. استخدام الطاقة الشمسية والهوائية المتجددة، في تحلية المياه المالحة وإنتاج الكهرباء للتبريد والتدفئة، للمساكن في المناطق شبه الجافة والجافة.

15. التوسع في إنتاج المزيد من الأعلاف الخضراء في الوطن العربي، لتوفير اللحوم والألبان كنباتات الشمندر السكري والشعير، وحشيشة السودان والقطف والذرة والسمار المر، والكوخيا والسبيلة والسنيسلة والبيقيا والفصة؛ والبرسيم والبقوليات مثل الفول والبازيلاء وفول الصويا والكر سنة، وتوفير الأعلاف المركزة من خلال المصانع المحلية، مع الرعاية البيطرية للثروة الحيوانية في وطننا العربي الكبير.

الفصل السادس عشر

سخونة الأرض وعلاجها



الفصل السادس عشر

سخونة الأرض وعلاجها

إن انبعاث الغازات الضارة بالغلاف الجوي ممثلة في أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكبريت وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين No_x وغاز الكربوهيدرات HC وغاز الميثان CH_4 وغاز الكلوروفلور وكربون $(CHC_1F_2)22$ وغاز الكلوروكربون $(CFCl_2)F_{11}$ وغاز الكلوروفلورو كربون F_{12} (CF_2Cl_2)، جميعها مجتمعة حينما تنطلق من عوادم المركبات الآلية والتي بلغت أعدادها نحو 1.2 مليار مركبة آلية عام 2012م، بجانب ما يصدر عن القلاع الصناعية في العالم وحرائق الغابات واجتثاثها وانفجار البراكين وحرائق النفايات الصلبة، كلها تؤثر سلباً على زيادة الاحتباس الحراري في سطح الأرض، وما يتمحض عنه من سخونة الأرض، بجانب وقوع الفيضانات والأعاصير والجفاف في المناطق القارية الداخلية والساحلية من القارات.

وربما يتطرق للذهن السؤال التالي كيف يحدث الاحتباس الحراري فوق سطح الأرض؟؟

الاحتباس الحراري:[1]

لقد تفاقمت هذه المشكلة البيئية في العقد الأخير من القرن العشرين الميلادي الماضي، وبداية العقد الأول من القرن الواحد وعشرين الميلادي الحالي بشكل

(1) USDOE, (1990) ; An Evaluation of the Relation ship Between The production and Use of Energy and Atmospheric Methane Emissions DOE / NBB – 0088 P. U. S. Department Energy, April.

ملحوظ؛ تحت مسميات عدة؛ منها ظاهرة البيوت الزجاجية Green House Effect أو ظاهرة التغير المناخي في العالم Global Climate Change أو ظاهرة الاحتباس الحراري أو سخونة الأرض Global Warming أو تسمى بمشكلة الدفيئات الزراعية، على اعتبار أن كلمة دفيئة هي تعريب لكلمة البيت الزجاجي.

وأياً كانت التسمية لهذه المشكلة الهوائية؛ فقد نجحت نتيجة لزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الغلاف الجوي. ومن سمات هذا الغاز أنه غاز غير سام للكائنات الحية. وتبلغ نسبته في الهواء الجاف وغير الجاف نحو 0.032٪، خاصة في المناطق البعيدة عن الأنشطة البشرية.

وقد اتضح من الدراسات العلمية بهذا الصدد على أن تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون هو في زيادة مطردة، وبنسب ضئيلة للغاية بالطبع. وتعتبر هذه الزيادة لا تأثير صحي لها على الإنسان أو الأحياء الأخرى، كما أثبتت التجارب العلمية على أن زيادة نسبته في الغلاف الجوي سوف تزيد .... من عمليات الإنتاج الزراعي في الغلاف الحيوي. أما خطورته المتوقعة من وراء هذه الزيادة فتكمن في أن وجوده في الهواء سوف **يؤدي إلى الإقلال من انتشار الحرارة من سطح الكرة الأرضية إلى الفضاء الخارجي.**

وهذا سوف يؤدي مستقبلاً إلى ارتفاع معدلات درجات الحرارة على سطح الأرض. إن احتراق أية مواد عضوية سوف تؤدي لانطلاق هذا الغاز بنوعية< غاز أول أكسيد الكربون CO وغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2.

وقد كانت عمليات الاحتراق على سطح الأرض ولمئات الملايين من السنين قليلة للغاية، بحيث لا تتجاوز عمليات الاحتراق الطبيعي للغابات نتيجة للصواعق الرعدية أو لانفجار البراكين أو ما شابه ذلك من العوامل الطبيعية. وحتى بعد أن عرف الإنسان النار، فإن أعداد البشر وطريقة استهلاك أو حرق الوقود، لم تكن تؤثر على كميات أو حتى على تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الغازي.

أما المجتمع البشري في أواخر القرن الــ20م الماضـي، ونهايـة العقـد الأول مـن القرن الـ21م، ووصول عدد سكان القرية العالمية لنحو 7.2 مليار نسمة عـام 2013م، وانتشار الآلاف من القلاع الصناعية الضخمة، في كل مكان من أنحـاء المعمـورة، ومـا تمّ إنتاجه من المركبات الآلية المختلفة كوسـائل نقـل بـري وبحـري ونهـري وحديـدي وكهربائي وأنبوبي وجوي، بأعداد وصلت لنحو 1.2 مليار مركبـة آليـة عـام 2013م؛ الأمر الذي حمّل بيئتنا الأرضية فوق ما تحتمل من غـازات التلـوث المـذكورة، فبـدأت الآن ومنذ العقد الأخير مـن القـرن الــ20م الماضـي بـالظهور بشـكل محسـوس أمـام المجتمع البشري العالمي فوق سطح هذا الكوكب الرائع.

ومن الجـدير بالـذكر، أن الخطـورة لا تقتصـر علـى تزايـد نسـبة هـذا الغـاز في الغلاف الجوي، بل هناك غازات أخرى أشد خطورة مـن هـذا الغـاز، ومنهـا غـازات الميثان CH_4 وأكسيد النيتروز N_2O وبخار المـاء ومركبـات الكلوروفلوروكربـون، كمـا يتضح ذلك من الجدول التالي رقم 14، حيث يوضح المـواد المسـببة لسـخونة الأرض وقدرة كل منها على ذلك بوحدات تقديرية بالنسبة لغاز ثاني أكسـيد الكربـون الـذي اعتبرت قدرته على ذلك تساوي واحد صحيح.

ويوضح الجدول رقم 14 المواد والغازات المسببة للاحتباس الحـراري (سـخونة الأرض) وتركيبها الكيماوي:

	المادة أو الغاز		التركيب الكيماوي		القدرة النسبية للحبس الحراري
.1	ثاني أكسيد الكربون	=	CO2	=	1
.2	غاز الميثان	=	CH4	=	3
.3	الكلوروفلور وكربون-F22	=	CHC/F2	=	2000
.4	أوكسيد النيتروز	=	N2O	=	310
.5	الكلوروفلور وكربون -F11	=	CHC13	=	8600
.6	الكلوروفلور وكربون - F12	=	CHC12	=	18000

ويظهر من هذا الجدول أنه إذا كانت قدرة ثاني أكسيد الكربون في إحداث هذه الظاهرة المناخية (سخونة الأرض) واحد صحيح، فإننا نجد غاز الكلوروفوروكربون -F12 تصل إلى نحو 18000 مرة؛ يليه غاز الكلوروفلورو كربون F11 ، حيث تصل قدرته للحبس الحراري إلى نحو 8600 مرة؛ ثم غاز الكلوروفلوروكربون - F22 حيث تصل إلى نحو 2000 مرة، عما يسببه غاز ثاني أكسيد الكربون. ويبقى أخيراً غاز أكسيد النيتروز بما نسبته 310 مرات وغاز الميثان بنحو 3 مرات.

وبالرغم من تأثير هذه الغازات الخطيرة جداً على سخونة الكوكب الأرضي الذي فوق سطحه نعيش، وتزايد حرارته في العقد الأول من القرن الـ21 م؛ إلا أنها لا تذكر دائماً كمسبب رئيس لهذه المعضلة البيئية. ويعزى سبب ذلك إلى عدة أسباب منها؛ انخفاض نسبة تركيزها في الغلاف الغازي؛ وقلة مصادرها في الانبعاث من سطح الأرض، مقارنة مع مصادر غاز ثاني أكسيد الكربون والمتمثلة في عوادم وسائل النقل والمصانع الثقيلة واحتراق الغابات، وانفجار البراكين وإطلاق هذا الغاز أثناء عملية التمثيل الضوئي للنباتات، وتحلل المواد العضوية في الأماكن الرطبة، كالمستنقعات والأراضي الغدقة وغيرها[1]. ولكن كيف تحدث عملية الاحتباس الحراري في جو الأرض؟؟

لكي نستطيع التعرف على كيفية حدوث سخونة الكوكب الأرضي الحيوي، علينا فهم طبيعة الإشعاع الشمسي من حيث علاقته بالحرارة، فالطاقة الشمسية هي عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية، تتكون من العديد من الأطوال الموجية، فمنها ما هو محصور في مدى ضيق جداً كالأشعة التي تستطيع العين البشرية- رؤيتها- والتي

(1)Cook, E.; lionizing Radiation in Environment, Resources Pollution Society, 2nd. W. W. Murdoch, Edt. 1975.

تعرف بالأشعة المرئية- Visible Light؛ وهي ببساطة الضوء الذي نراه والمكون من الطيف المعروفة والمحصورة ما بين الأطوال الموجية 400 إلى 780 نانوميتر- Nanometer ⊕. أما الموجات الأقصر من ذلك، فتعرف بالأشعة الفوق بنفسجية Ultra violet Light ولها ثلاث مناطق فرعية تعرف بالأحرف أ، ب، ج، وما دونها هي أشعة إكس X وأشعة غاما Gama. أما الأطوال الأكبر من 780 نانوميتر، فتعرف بالأشعة تحت الحمراء Infra Red Radiation وهي الأشعة الحرارية التي تعقبها الموجات الميكرويّة Microwaves، ثم الأمواج الراديوية. وتمثل الأشعة المرئية جزءاً من الإشعاع الشمسي، حيث تغطي نحو 45٪ من مجموع الأطوال الموجية للإشعاع الكهرومغناطيسية. ومن أهم سماتها أن لها القدرة على اختراق طبقات الغلاف الغازي دون مقاومة تذكر. كما أن لها القدرة على اختراق زجاج النوافذ والوصول إلى الداخل، وذلك بعكس الأشعة تحت الحمراء، والتي ليس لها القدرة على ذلك الاختراق.

ومن الحقائق المعروفة أيضاً أن الأشعة المرئية عند اصطدام موجاتها بأي حاجز يؤدي تحولها إلى حرارة. وبهذه الطريقة فإن الأشعة المرئية في ضوء الشمس والداخلة إلى جو الأرض، وكذلك الداخلة إلى البيوت الزجاجية أو نوافذ المنازل أو السيارات، فإنها تتحول إلى حرارة بعد اصطدامها بالموجودات فتبقى حبيسة في الداخل[1].

وبهذه الطريقة يعمل غاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى من الكلوروفلوروكربون المتعددة الأشكال وأكسيد النيتروز والميثان القادرة على الحبس الحراري في الغلاف الجوي؛ إذ كلما زادت نسبة تركيزها في الغلاف الجوي، كلما

⊕ النانوميتر Nanometer يعادل $\frac{1}{1000}$ من الميكرون.

(1) د. علي حميدان الشواورة: علم البيئة / دار المسيرة، عمان، 2011، ص 132-139.

أدى ذلك إلى زيادة كمية الحرارة المحتبسة في جو الأرض، وبالتالي زيادة سخونة سطحها.

وخلاصة القول؛ لقد أصبح من الأهمية بمكان، مواجهة قضية سخونة الأرض والعجز في مياه الشرب والتصحر، وتدهور الأحوال المعيشية في الدول النامية، والجفاف والبطالة والتضخم ومكافحة الجرائم، والمجاعات والفقر وغيرها من المشكلات البيئية، أن تواجه بجديّة من قبل القرية العالمية الحالية، تحت نظام العولمة والقطب الأوحد في العالم، كأسرة متكاتفة ومتعاونة دول متقدمة ونامية، لوضع استراتيجية شاملة وإيجاد الحلول الكفيلة بتفادي هذه المشكلات وغيرها، والتركيز على تعلم مساق البيئة كمادة أساسية مثل مواد اللغات المتنوعة والتربية الدينية والفيزياء والكيمياء والرياضيات ... الخ، في المدارس والكليات والجامعات الحكومية والخاصة معاً. بحيث يتخرج الطلبة من المؤسسات التعليمية، وهم يعرفون البيئة والمكان والوطن الذي يعيشون فيه. ويحافظون على موارده الطبيعية والبشرية. وتعتبر هذه أهم رسالة يحملها شبابنا المثقف للمحافظة على المياه العذبة من التلوث، وعلى التربة من الإنجراف والتصحر، ومنع اجتثاث أشجار الغابات، بل نشجعهم على زراعة آلاف الغراس منها كل عام؛ وإعادة تدوير المياه العادمة واستخدامها في إرواء الأشجار المنتجة، لزيت الديزل والكاز الأخضر مثل أشجار الجاتروبا Jatrobba والهوهوبا Al-Jujuba، وشجر الخروع وأشجار النخيل ونبات الخردل، وعباد الشمس وغيرها. كما يمكن استخدام المياه العادمة المنقّاة في الصناعات وغسيل السيارات عوضاً عن المياه العذبة، وتدوير النفايات الصلبة لمنع إلقاء المياه العادمة، والنفايات الصلبة في المسطحات المائية سواءً أكانت نهرية أو بحيرية، أم بحرية أو محيطية، وتخضير الأراضي الحدية الجرداء والعناية بها؛ لتبقى بيئة الوطن والعالم كله بيئة نظيفة، وصحيّة مع التنمية المستدامة؛ أي لا ضرر ولا ضرار. ونرجو الا نصل

كمجتمع عالمي للمقولة التي تقول "أنا ومن بعدي الطوفان". ولكن أقول أنا ومن بعدي في خندق واحد للحفاظ على كوكبنا الأرضي الحيوي هذا ..

ولكن أصبحت أزمة الطاقة في العالم، أزمة وصلت للمستوى الحرج، الأمر الذي حدا بالعلماء والباحثين لوضع الحلول الناجعة بحيث يصبح استخدامها كطاقة حفرية وطاقة حيوية قليلة التلوث وتسخين سطح الأرض، ولذلك نختار الطاقة الحيوية لمنع سخونة الأرض ومنها:

لقد ثبت علمياً أن سخونة الأرض سببها الرئيس، هو مشتقات البترول بأنواعها المختلفة؛ الأمر الذي دفع العلماء لاستخدام الطاق الحيوية، والتي تضم أنواعاً مختلفة من النباتات، مثل الزيت المستخرج من الذرة بأنواعها، والبطاطا الحلوة والبنجر وقصب السكر، وفول الصويا والهوهوبا Howhobba أو Jujubba (الجوجوبا)، وعباد الشمس وزيت النخيل وجوز الهند وفول الصويا وشجرة الجتروبا Jatrubba، وشجر الخروع وشجر التانج أويل الصينية Tongoil، بجانب محاصيل القمح والشعير وإنتاج غاز الإيثانول Ethanole الذي يستخدم عوضاً عن مشتقات الطاقة الأحفورية، كالفحم والبترول والغاز الطبيعي أو يخلط معها، لتخفيض نسبة الغازات الضارة بالبيئة، وبطبقة الأوزون الواقية Ozone للغلاف الحيوي فوق سطح الكرة الأرضية. فدولة مثل البرازيل، استطاعت شركة واحدة فيها تدعى (JV) إنتاج نحو 115 مليون غالون من غاز الايثانول، من خلال مصنعها الواقع في بلدة إيديا Edeia والقائم على زراعة قصب السكر وتخميرة، وهو الأكثر كفاءة مما ينتج من محصول الذرة للوحدة الواحدة من الإنتاج، بنحو 2-3 مرات، أكثر من الذرة بأنواعها المختلفة.

كما قررت إنشاء مصنعاً آخر لزيادة الإنتاج، وسوف ينعكس هذا الإنتاج سلباً على أسعار الغذاء العالمي، وسوف تتفاقم معضلة سخونة الأرض، مع تزايد تسميد التربة لهذه المحاصيل بسماد النيترات، الذي ينبعث عنها أكسيد النيتروز N_2O.

كما يؤدي التوسع في قطع أشجار الغابات بأنواعها الاستوائية والموسمية والنفضية وغيرها في العالم، للتوسع في الأراضي المزروعة بنباتات الطاقة الحيوية، والإفراط في استخدام المياه العذبة لري هذه النباتات. كما يؤدي انبعاث غاز أكسيد النيتروز إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض بنحو 310 مرات أكثر مما يحدثه غاز ثاني أكسيد الكربون، وسوف تؤدي جميعها لآثار سلبية على أسعار المواد الغذائية في العالم.

ولقد ارتفع معدل إنتاج الوقود العضوي في العالم لنحو 20٪ عام 2007م، ليصل إلى نحو 54 مليار لتر؛ حيث يعادل هذا الرقم نحو 1٪ من الطلب على الوقود التقليدي من الطاقة الأحفورية. وتنتج كل هذه الكمية الولايات المتحدة الأمريكية والبرازيل لوحدهما، على حين تشير التقديرات إلى نسبة زيادة الإنتاج عام 2008م، لتصل إلى نحو 23٪، ومع استمرار ارتفاع أسعار النفط العالمية لنحو 140 دولاراً للبرميل الخام الواحد عام 2008م، فإن هذه الصناعة سوف تزدهر مستقبلاً؛ وبالتالي سترتفع أسعار المواد الغذائية الأساسية إلى الحد، الذي تهدد فيه بوقوع كوارث المجاعات في العالم.

كما يمكن أن ينتج هذا الغاز من بقايا الشحوم والمواد الغذائية، ويخلط مع الزيوت المتبقية من الصناعات المعدنية أو في الفنادق والمطاعم العامة، كما يمكن استخدام زيت فول الصويا مع زيت الديزل، كما هو الحال في الولايات المتحدة وماليزيا، أما البرازيل فتقوم باستخدام زيت النخيل، وما تنتجه من غاز الايثانول Ethanole الناجم عن تخمير قصب السكر. أما في الهند فقد تم إنتاج هذا الغاز من روث الحيوانات والفضلات البشرية الصلبة؛ وكذلك الحال في الصين الشعبية.

أما في مصر فقد جلبت أشجار الجتروبا من الهند، حيث يخلط زيتها الأخضر بما نسبته 30٪ والمستخرج من حبوبها الصلبة، لتقليل انبعاث غازات الدفيئة الأرضية، وقد تمت زراعة هذه الشجرة في محافظات السويس وسوهاج والأقصر.

وتتعاون وزارة البيئة والزراعة والمياه في مصر، لاستخدام مياه الصرف الصحي، لري هذه الأشجار التي لا تحتاج إلى أسمدة عضوية أو كيمياوية. ويفضل زراعتها في الأراضي الفقيرة الحديّة Fragile الهشة والجرداء. وقد شرعت الهند في الإعداد للتوسع في زراعة هذه الأشجار بما مساحته 35 مليون فدان. وإذا ما تمّ خلط زيت هذه الشجرة مع زيت الديزل البترولي بما نسبته 100٪ فإنه سيخفّض نسبة التلوث لنحو 47 ٪، كما أنه إذا ما تم خلطة بنحو 20٪، فإنه سوف يقلّل التلوث لما نسبته 12٪، كما سيقلل نسبة حدوث مرض السرطان لنحو 2٪، وإذا ما استخدم نقيّاً بدون الديزل فإنه سيخفّض نسبة حدوث مرض السرطان لنحو 90٪[1].

ونتيجة لكل ما سبق، وللاءمة أشجار الجتروبا لإنتاج الوقود الحيوي ومزاياها العديدة، فقد قرر رئيس وزراء الهند التوسع في زراعة هذه الشجرة السحرية، وخصص ما مساحته نحو 140 مليون دونم كمرحلة أولى، والابتعاد ما أمكن عن المحاصيل الغذائية، كفول الصويا والبطاطا الحلوة واليام Yam والكسافا Cassava وقصب السكر والقمح والذرة والشعير وعباد الشمس، خوفاً من تأثيرها سلباً على أسعار المواد الغذائية في العالم. كما عزفت الصين الشعبية عن استخدام اليام والكسافا والبطاطا الحلوة، حيث ارتفعت أسعار هذه المواد قبل إنتاج الوقود الحيوي من 300 يوان إلى 700 بعد الإنتاج مباشرة. كما يمكن إنتاج الوقود الحيوي من شجرة زيت اللسان Tungoil الصينية والتي تشبه في خصائصها شجرة الجاتروفا . أما في إيطاليا فقد أدى استخدامها لزيت عباد الشمس، إلى ارتفاع أسعار المعكرونة لنحو 40٪ بعد الإنتاج مباشرة، حيث توجّه المزارعون لزراعة نبات عباد الشمس بدلاً من زراعة القمح وعليه؛ ونتيجة لكل ما سبق، فإننا نؤيد زراعة أشجار الجاتروبا

---

(1) د. صلاح أبو ريا والدكتور مصطفى الحكم في ندوة على الإذاعة المرئية عن أهمية الوقود الحيوي، محطة بيئتي، القاهرة، في 19/ 5/ 2007م.

وأشجار الهاوهوبا وأشجار زيت الخروع وأشجار النخيل المثمرة، وأشجار زيت اللسان الصينية، ويوضح الجدول التالي رقم (15) معدل إنتاج الزيت لعدد من المحاصيل الزراعية:

	المحصول		إنتاج الزيت (لتر / دونم)
1)	الذرة	=	18
2)	فوق الصويا	=	45
3)	عباد الشمس	=	78
4)	شجر الخروع	=	141
5)	جوز الهند	=	269
6)	النخيل	=	595
7)	الطحالب الدقيقة	=	10.000 [1]

ويلاحظ من هذا الجدول أن الطحالب الدقيقة في الولايات المتحدة الأمريكية، تحتل الصدارة في مادة الزيت الأخضر، حيث تنتج نحو عشرة آلاف لتر، تليها بذور النخيل المثمر بإنتاج 595 لتراً ثم شجر جوز الهند بنحو 269 لتراً، وشجر الخروع بإنتاج 141 لتراً / للدونم وباقي المحاصيل الغذائية أقل من 78 لتراً. ولذلك يفضّل العزوف عن استخدام المحاصيل الغذائية في إنتاج زيوت الوقود الحيوي على الإطلاق. وتسميد أشجار الجاتروبا والخروع والنخيل، وشجرة زيت اللسان الصينية بالمياه العادمة المعالجة، واستخدام بذور البلح، في استخراج الزيت العضوي، وخلطة مع الزيوت المعدنية وغير المعدنية المتبقية في المصانع والمطاعم؛ الأمر الذي يحافظ على أسعار المواد الغذائية في متناول الشعوب المتخلفة والفقيرة من جهة، وتخفيض سخونة الأرض من جهة أخرى.

(1) د. موسى الفياض و د. عبير أبو رمان. المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي، 2009 ، ص 6.

ويوضح الجدول رقم (16) نسبة التخفيض من أنواع الوقود الحيوي مقارنة بالوقود الأحفوري.

	نوع الوقود		نسبة التخفيض ٪
1)	قصب السكر بالبرازيل	=	٪ 90 -70
2)	محاصيل غير غذائية من الوقود الحيوي (كالقش والأخشاب)	=	٪ 90-70
3)	زيت النخيل	=	٪ 85-50
4)	بنجر السكر (الاتحاد الأوروبي)	=	٪ 60-40
5)	بذور اللفت الزيتي (الاتحاد الأوروبي)	=	٪ 60-40
6)	محصول الذرة	=	35-25

يلاحظ من الجدول أعلاه أن نسبة تخفيض غازات الاحتباس الحراري الناجمة من قصب السكر، قد تراوحت ما بين 70 إلى 90٪ ومن القش والأخشاب ما بين 70 إلى 90٪، ومن زيت النخيل ما بين 50-85٪ وبنجر السكر في الاتحاد الأوروبي ما بين 40-60٪ وبذور اللفت في الاتحاد الأوروبي ما بين 40-60٪، وأخيراً زيت الذرة يخفض نسبة غازات الاحتباس الحراري بما نسبته بين 25-35٪ [1].

والهدف من هذه الزيوت تخفيض انبعاث الغازات الكربونية والكبريتية، والحد من سخونة سطح الأرض وتآكل طبقة الأوزون الواقية للغلاف الحيوي.

فمدينة بومبي الهندية كانت من أكثر مدن العالم تلوثاً؛ إلا أنها مع استخدام زيت شجرة الجاتروبا انخفض التلوث فيها لنحو 50٪ بعد استخدامه في تحريك المركبات الآلية فيها.

وحتى نقف على أهمية الوقود الحيوي الناجم عن هذه النباتات، لنأخذ شجرة الجاتروبا وشجرة الهوهوبا كمثالين لاستخدام زيوتهما، في تحريك المركبات الآلية في

(1) نفس المرجع السابق: ص 12.

العالم، والتوسع في زراعتهما في الأراضي القاحلة وشبه القاحلة وريّهما بالمياه العادمة (المعالجة).

أولاً: شجرة الجاتروبا = Jatrubba.

ثانياً: شجرة الهاوهوبا = Jujubba or Howhobba

1) شجرة الجاتروبا: Jatrubba

يعتبر موطن هذه الشجرة هو أمريكا الوسطى، حيث اكتشفها المستعمرون البرتغاليون في القرن السادس عشر؛ ونشروها حول العالم، وهي نبات استوائي وشبه استوائي، يتساقط أوراقها، وتكون سماداً للأرض، ومن مزاياها أنها تتحمل الحرارة والعطش، حيث تتحمل ارتفاع درجة الحرارة لنحو 50 درجة مئوية، وانخفاض درجة الحرارة إلى ناقص 5 درجات مئوية تحت الصفر. ومن أهم سماتها أن القلف ورقي والأغصان غليظة، والأوراق بيضاوية خماسية التفصيص، غير مسننة، طولها 8.5 سنتيمتر، وعريضة ولا يوجد عليها أهداب.

كما يبلغ طول عنق الورقة نحو 11 سنتيمتراً. أما الأزهار فهي صفراء مخضرة؛ والأسدية ملتحمة وعددها ثمانية. أما ثمارها فهي كبسولة يبلغ طولها 2.5 سنتيمتر تقريباً. وتحتوي على ثلاث بذور لونها أسود، تشبه بذور شجرة الخروع لحد كبير. ويتم التزهير في شهر نيسان والإثمار في شهر أيار، كما تم الإزهار في مدينة الأقصر بأسوان في مصر العربية مرتين بالعام ويتراوح ارتفاع شجرة الجاتروبا ما بين 3-5 أمتار، وأحياناً ترتفع لنحو 10 أمتار.

وتعتبر هذه الشجرة من أشجار الذهب الأخضر، لأنها تعتبر مصدراً نظيفاً لإنتاج وقود الديزل الحيوي Biodiesel، ومن استخداماتها المهمة زراعتها حول المزارع كسياج لحمايتها، من اعتداءات الحيوانات على المحاصيل الحقلية؛ ومقاومة إنجراف التربة بفعل الرياح القوية كما تعمل على تثبيت الكثبان الرملية المتحركه

بفعل الرياح العاتية، كما أن من مزاياها أنها يمكن أن تعيش لمدة 50 عاماً. كما أن من مزاياها أن الزيت المستخرج من بذورها لا تصدر عنه أية أبخرة كبريتية أو كربونية ملوثة للبيئة. ولذلك يطلق عليه الزيت الصديق والنظيف للبيئة، وهذا ما يتوخاه المجتمع البشري بعد ارتفاع سخونة سطح الأرض.

ويستخدم زيتها الحيوي هذا في إدارة المحركات والآليات والسيارات التي تعمل بالديزل البترولي. كما أن زيتها يسهم لحد كبير في الحد من زحف التصحر. إذ أنها تنمو في المناطق الحارة ولا تحتاج لجهد كبير، كما أن هذه الشجرة لا تستهلك من المياه إلا نسبة ضئيلة تتراوح ما بين 2 إلى 3 أمتار مكعبة للدونم الواحد من المياه العادمة (المعالجة). وتراوحت نسبة الزيت في بذور هذه الشجرة ما بين 35-40٪ وفق موسم النضج. وتصل نسبة الدهون المشبعة إلى نحو 20٪ وغير المشبعة لنحو 79٪ وتزرع في المناطق الحدية الاقل من 150 ملمتراً في التربة الرملية والحصوية والملحية.

وبوجه عام، لا يمكن استخدام هذا الزيت الأخضر الحيوي للاستخدام الآدمي، ولكنه يستعمل في إنتاج الزيت الأخضر الحيوي للاستخدامات الآلية، وتقليل انبعاثات الغازات السامة من عوادمها. وثبت علمياً أن كل 4 كغم من حبوب الجاتروفا، تنتج ليتر واحد من الديزل الحيوي (النفط الأخضر). كما يمكن أن يصنع من بذورها الصابون و كريمات لحماية البشرة، وصناعة الشموع. كما ثبت بالدراسة العلمية أن الميل المربع المزروع بأشجار هذه الشجرة قد أنتج نحو 2000 برميل من زيت الديزل الحيوي (الأخضر) سنوياً.

البلدان التي زرعت فيها هذه الشجرة:

1) زراعتها بالسودان:

وعلى الرغم من أهمية هذه الشجرة وقدرتها الفائقة على التعايش مع كافة

الظروف السودانية؛ فإنها ولوقت قريب لم تكن تعني للمواطنين غير بعض الاستخدامات الشعبية، كمداواة الجروح ومعالجة لدغات الأفاعي، وإنتاج الورق والخشب المضغوط، وبعض الاستخدامات الطبية الأخرى لعلاج أنواع من أمراض السرطان، ولذلك أطلق عليها الشجرة السحرية.

ويبدي وزير العلوم والتقنية السوداني والمدعو عيسى بشري، استعداد وزارته لدعم المشروع ورعايته وتسهيل كافة حاجاته؛ متوقعاً أن يساهم إنتاج الوقود الحيوي، في تقليل الطلب على الوقود الهيدروكربوني. أما المدير العام للمركز القومي للبحوث، محمد جلال محمد أحمد راعي المشروع القومي للوقود الحيوي، فأكد نجاح المشروع في مرحلته الأولى بصورة كاملة؛ مشيراً إلى نجاح كافة النتائج المعملية وغيرها. وقال: "إن المشروع يستهدف زراعة مليون شجرة جاتروفا خلال الفترة الحالية؛ ثم ترتفع إلى مليار شجرة خلال الست سنوات القادمة مؤكداً أن هذه الشجرة ليست بحاجة لأكثر من 250 ملمتراً من المياه خلال العام، مما يعني أنها تلائم الطقس السوداني. وأكد للجزيرة أن إنتاج الشجرة في النصف السنوي من البذور؛ قد يتراوح ما بين 6-12 كغم؛ يمثل الزيت فيها ما نسبته 25٪؛ مشيراً إلى أن ما يتبقى من ذلك، يخضع لاستخدامات طبية أخرى، بجانب صناعة الصابون وبعض أنواع الجلسرين وتسميد التربة.

أما مدير إدارة مدينة إفريقية التقنية بالخرطوم، أسامة عبد الوهاب، فأكد نجاح زراعة هذه الشجرة في جميع أنحاء السودان، مشيراً إلى أن نسبة إنتاجها فاقت كل التوقعات. كما أكد على أن هذه الشجرة التي يتراوح إنتاجها قد فاقت كل التوقعات كما أكد على أن هذه الشجرة التي يتراوح عمرها ما بين 40-50 عاماً، لا يقل إنتاجها النصف سنوي عن 8 كغم من الزيت الأخضر؛ مؤكداً عزم القائمين على المشروع تعميمه على مزارعي السودان؛ لتكون الجاتروفا جنباً إلى جنب، مع الفول السوداني والسمسم والصمغ العربي، ويخلط الديزل الحيوي مع الديزل البترولي بما

نسبته 5-8٪ في الدول الأوروبية والولايات المتحدة الأمريكية. وقد أبدت كل من الهند والصين والدول الأوروبية، ومصر والبرازيل وإندونيسيا وماليزيا واليابان وسوازيلاند والفلبين والسعودية اهتماماً شديداً بهذه الشجرة.

وقد زاد اهتمام دولة السودان الشمالي بعد انفصال السودان الجنوبي واستئثاره بنحو 75٪ من بترول السودان كله في منطقة آبيي- Abyee بعد الانفصال في زراعة هذه الشجرة، فركزً رجال البحث العلمي فيه على هذه الشجرة السحرية، كما أثبتت الدراسة التي أعدتها وزارة الزراعة والثروة الحيوانية بولاية الخرطوم، على أن الزيت المستخرج من هذه الشجرة المعجزة، يستخدم كوقود حيوي بديل لديزل المحركات ومولدات الكهرباء. كما أكدت الدراسة العلمية التي توصلت إليها مؤسسة سونا Sowna؛ على أن الزيت المستخرج من بذورها قد تمّ استخدامه في المواقد والمصابيح المنزلية، وإدارة المولدات الكهربائية في القرى النائية البعيدة عن شبكة الكهرباء بالسودان.

كما أن زيت هذه الشجرة يعتبر مصدر رئيس للطاقة المستدامة غير الضارة بالبيئة، بالإضافة إلى استخدامها لحماية المزارع كمصدات للرياح، وحماية المزارع من الحيوانات والحشرات الضارة. كما تساهم في الحد من الفقر ومنع انجراف التربة ومكافحة التصحر. كما تستخدم مخلفات بذورها بعد العصر كغاز حيوي وسماد عضوي لاحتوائها على نسبة عالية من النيتروجين.

2) زراعتها في جمهورية مالي:

تعتبر جمهورية مالي مستعمرة فرنسية، وتناسب ظروفها المناخية زراعة هذه الشجرة المعجزة، وذلك لإنتاج زيتها الأخضر المكون من الكاز والديزل الأخضر، واستخدامهما في تشغيل المولدات الكهربائية في القرى البعيدة عن شبكة خطوط الكهرباء. وقد زرعت ما مساحته 13 ألف فدان (52 ألف) دونم. كما استخدمت

أشجارها كحماية للمزراع من دخول الحيوانات إليها، حيث أن رائحة وطعم الجاتروبا، تطرد الحشرات الضارة والحيوانات الأخرى عن تلك المزارع المحمية. كما تُسهِم أشجار هذه الشجرة في منع انجراف التربة، التي تتعرض للرياح العاتية. ويمكن لشجرة الجاتروبا النمو في الأراضي القاحلة، التي لا يسقط عليها من المطر إلا بكميات قليلة للغاية، تصل لنحو 100 ملمتر في المتوسط سنوياً.

وعليه، يمكن زراعتها في المناطق التي لا ينمو فيها الغذاء بشكل جيد، كما يمكن زراعتها بجانب حبوب غذائية أخرى، كالفول السوداني والفاصوليا واللوبيا والسمسم والصمغ العربي، بدون أن تقلل من غلّة هذه المحاصيل الغذائية على الإطلاق، بل إنها يمكن أن تسهم في تحسين محصول حبوب الغذاء، من خلال منع التآكل من الحشرات الضارة وإبعاد الحيوانات عنها.

وإذا ما قورنت هذه الشجرة بزيتها الأخضر، كوقود حيوي صديق للبيئة ونظيف، فإن إنتاج الإيثانول Ethanole من الذرة وقصب السكر والبطاطا الحلوة والكسافا Cassava، فإنه يحتاج لكميات كبيرة من المياه العذبة، والسماد المضاف لتربة هذه المحاصيل الغذائية، الأمر الذي يجعل مردود الإيثانول أقل بكثير من زيت الجاتروبا.

وتستهلك الزراعة أحياناً كميات كبيرة من مشتقات البترول، مما يجعل الفوائد البيئية محدودة للغاية، طبقاً لما يقوله الباحثون والنقاد. ولكن هذه الشجرة السحرية لا تحتاج إلى مبيدات الحشرات، طبقاً لما قاله أحد الخبراء المعروفين بهذا الصدد ويدعى أبو بكر السماكي، والخبير في زراعة هذه الشجرة في جمهورية مالي. حيث يعمل مديراً لمشروع حكومي يهدف إلى التشجيع على إنتاج الطاقة الحيوية، فالجاتروفا لا تحتاج إلا إلى القليل من مياه المطر، ولا تحتاج إلى سماد النيترات الذي يصدر عنه غاز أكسيد النيتروز N_2O، وهو من غازات الاحتباس الحراري، فبذورها

بعد العصر هي السماد العضوي للشجرة، وتشجع زراعة هذه الشجرة بعد ثبات نجاحها الكبير، إلى أن الشركات المختصة بهذا الموضوع في مختلف دول العالم، على زراعة ملايين الدونمات خلال السنوات القليلة القادمة، وفي أماكن بعيدة عن القارة الإفريقية، مثل الصين الشعبية والبرازيل والهند، وسوازيلاند والفلبين وسنغافورة ، حيث خططت الأخيرة لزراعة نحو 20 مليون دونم في جمهورية الفلبين.

وقد بدأ أحد المقاولين ويدعى هوغوفير كوجيل Hogo Vercogil، تأسيس شركة بدعم من مستثمرين وبمساعدة من الحكومة الهولندية، لإنتاج الديزل الأخضر الحيوي من بذور هذه الشجرة في جمهورية مالي.

ويبلغ عمر هذا المستثمر نحو 39 عاماً، وهو من جمهورية هولندا ويعمل في مؤسسات غير ربحية كباحث اقتصادي. كما أن هناك مجموعة أخرى جديدة من المقاولين يزاوجون بين الأهداف التقليدية، لجماعات تقديم العون والتي تعمل في إفريقيا مع القيم الرأسمالية، والتي يأملون أن تحقق الديمومة لجهودهم. وتحمل شركته اسم 'مالي بيوكاربورانت' Mali Biocar Borant مملوكه جزئياً من قبل المزارعين الذين يزرعون المكسرات. وهو أمر قال أنه سوف يسهم في نجاح المشروع عبر إعطاء المزارعين حصة من هذا الزيت الأخضر. ويتطلب الأمر أربعة كيلو غرامات من البذور، للحصول على لتر واحد من الزيت الأخضر، وسوف يوقع فيركوجيل Vircogil عقوداً مع المزارعين لشراء البذور. وسوف يكلّف الوقود الذي ينتجه، نفس تكلفة الديزل الاعتيادي حسب قوله. وهو ما يزيد على دولار واحد تكلفة الديزل الاعتيادي حسب قوله. وهو ما يزيد على دولار واحد للتر الواحد. كما أنه سيعيد قشور البذور الغنية بالمواد المغذية والتي تترك بعد عصر استخلاص الزيت إلى المزارعين لاستخدامها في تسميد التربة.

وقال: إنّه يأمل أن ينتج 600 ألف لتر من الديزل الحيوي خلال ذلك العام، ونحو 600 ألف لتر سنوياً بعد العام الثالث. وحتى لو أن الجاتروفا أثبتت نجاحاً في

جمهورية مالي، إلا أنها تحمل عدة سلبيات وإذا ما راح المزارعون ينظرون إليها باعتبارها أكثر قيمة من حبوب الغذاء، إلا أن ذلك سوف يؤدي إلى شلل في إنتاج الأغذية الرئيسة بالبلاد. ولذلك يفضل عدم زراعتها في الأراضي الزراعية الجيدة، واقتصار زراعتها في الأراضي الحدية (الاقل من 150 ملمتراً)؛ وترك الأراضي الزراعية الجيدة لإنتاج أشجار جوز الهند والمانغا وغيرها، بحيث لا تؤثر بالمطلق على إنتاج المحاصيل الغذائية.

لقد أثبتت الدراسة الميدانية أن بذور هذه الشجرة تحتوي ما بين 30 إلى 40٪ زيت نقي، وأن الشجرة تنمو نمواً جيداً في الأراضي المنخفضة الخصوبة، كما تنمو نمواً جيداً في الأراضي الرملية والصخرية، كما تسمح الشجرة للمزارعين بدمج صيانة التربة مع المحاصيل النقدية، وذلك من خلال زراعتها مع المحاصيل المختلفة كالفواكة والبن والسكر والخضر والمكسرات (البقوليات) وغيرها.

كما أن هناك شركات أوروبية تتسابق لاستئجار أراضي في القارة الإفريقية، لزراعة هذا النوع من الأشجار وغير المكلفة. وللحصول على نحو 200 مليون برميل يومياً في حال تمت زراعة ربع مساحة الأراضي الإفريقية، وسوف تزود هذه المساحة القارة الأوروبية بنحو عشرة مليارات طن سنوياً من الديزل والكاز الأخضر، وهي مرشحة للتزايد بإطراد.

3) زراعتها في الأردن:

يوجد مئات النباتات غير المستأنسة في كل من آسيا وإفريقية وأمريكا اللاتينية، يمكن الاستفادة منها زراعياً واقتصادياً كبدائل لمصادر الطاقة أو كمشتقات صناعية، إلا أن مثل هذه النباتات لم تحظَ بالعناية البشرية لتطويرها والاستفادة منها، كنبات الجتروبا والهوهوبا وشجرة الخروع وغيرها.

وحينما ثبت نجاح هذه الشجرة، فقد أشار المهندس فارس السرحان رئيس

جمعية برقع التعاونية الزراعية، لزراعة مثل هذه الشجرة، حيث قامت الجمعية بتقديم تلك الدراسة لرئيس الوزراء، وأبدى موافقته على القيام بها كمشروع وطني في جدوى اقتصادية هامة.

وأشار السيد فارس السرحان إلى أن الجمعية استعانت بجامعة آل البيت، والتي قامت بتبني زراعة شجرة الجاتروفا، بعد أن توصل من خلال الدراسات العلمية من أصحاب الاختصاص، لتتم زراعتها كتجربة مبدئية وبإشراف الجامعة ومهندسين زراعيين ذوي خبرة بهذا الصدد.

كما صرح رئيس جامعة آل البيت الدكتور نبيل شواقفة، إلى أن الجامعة بادرت على الفور بتبني زراعة هذه الشجرة، والذي يأتي ضمن اهتمام الجامعة بإمكانية الاستفادة من الأبحاث العلمية، التي تقوم بها الجامعة لحرصها المتواصل، على دعم مثل هذه المبادرات للمساهمة في تحقيق الفائدة المرجوة من تلك المشاريع الزراعية. وبيّن الشواقفة أن الجامعة قد خصصّت مساحة واسعة من الأراضي الزراعية لهذه الشجرة السحرية، التي بدأت تثمر للاهتمام المستمر من الكوادر العاملة لدينا وصولاً إلى إنجاح هذه التجربة، والتي سوف تكون نتائجها إيجابية في المستقبل لوجود تجارب سابقة في دول أخرى، كمصر والسودان ومالي وأندونيسيا والسعودية؛ ساهمت في إنجاح هذا المشروع الحيوي كبديل لإنتاج الوقود الحيوي عوضاً عن مشتقات البترول من الديزل والكاز والبنزين.

كما أضاف مدير دائرة الزراعة والمياه والري في جامعة آل البيت م. إبراهيم النواصرة، إلى أن رئاسة الجامعة قد أوعزت بالمباشرة بالمرحلة الأولى، كزراعة 300 شجرة من أشجار الجاتروفا، في الأراضي المحاذية للجامعة، موضحاً استخدامات تلك الشجرة في إنتاج الوقود الحيوي، من خلال زيت بذور النبات، والذي يعتبر جزءاً أساسياً لتوفير الاحتياجات الواعدة، بحيث يمكن استخدامه للسيارات من دون تعديلات جوهرية في التصميم، إضافة إلى استخدامه للمزارع كسياج لحمايتها من

اعتداءات الحيوانات، ومقاومة انجراف التربة بالرياح، كما تعمل على تثبيت الكثبان الرملية، وتقلل من نسبة انبعاث ثاني أكسيد الكربون Co_2 حالما يتم خلطة مع زيت الجاتروفا ومع زيت الديزل البترولي بما نسبته 5-8٪ لتقليل انبعاث الغازات الكربونية والكبريتية المؤثرة على احتباس حرارة الأرض.

وقد أسهم مجموعة من الباحثين الهنود، في ولاية بنغالور Bangalor المتميزة علمياً من اكتشاف القيمة الحقيقية، لإنتاج هذه الشجرة المعجزة، حيث تتراوح نسبة الزيت الأخضر فيها ما بين 35 إلى 40 ٪. وهي سريعة النمو وتعطي ثمارها بعد سنتين. وقد بلغ متوسط إنتاج الشجرة الواحدة من البذور نحو 15 كغم سنوياً. ويدوم إثمارها لمدة 50 عاماً.

ويقدّر إنتاج الميل المربع الواحد من زيت هذه الشجرة المعجزة بنحو 2000 برميل سنوياً، وتفيد التقارير أن مميزاتها تكمن في قوتها الخارقة. فهي قادرة على النمو والانتشار بسرعة مذهلة وفي كل البيئات الزراعية، وتتحمل أقسى أنواع الجفاف، مما يجعل نشر زراعتها على نطاق واسع أمراً بالغ السهولة، حتى في الصحاري الجافة والأراضي القاحلة وعلى جوانب الطرق وفي الأراضي الحجرية، وكل الأراضي التي لا تصلح للاستثمار في زراعة المحاصيل التقليدية.

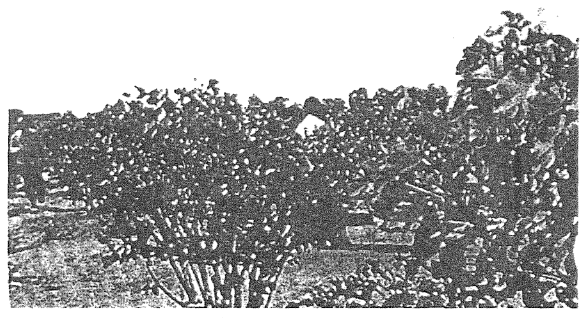
وقد أمكن زراعتها بمياه الصرف الصحي المعالج، وهي لا تتطلب التسميد. ولذا أطلق عليها ذهب الصحراء، ولذلك تتسابق عليها د ول العالم كالاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة وكندا واليابان، وإنشاء محطات تزويد زيت الجاتروفا الأخضر فيها للسيارات وماكينات الديزل في هذه الدول، لأنه يعتبر حالياً مصدراً متجدداً للطاقة النظيفة وغير الملوثة للبيئة. كما أن هذه الشجرة تعتبر الدرع الواقي لمختلف المزروعات أو تحميها من الحشرات والأمراض الفطرية، وهي غير صالحة للأكل من قبل المواشي، ويقدر **النواصرة أنه إذا ما تم زراعة أراضي البادية الأردنية** والبالغة مساحتها 82 ألف كم^2، وزرعت غراس هذه الشجرة بمشاركة طلبة المدارس

والجامعات والكليات ورجال القوات المسلحة، لكان إنتاج الزيت بعد مرور ثلاثة أعوام يصل لنحو 80 مليون برميل سنوياً، علماً بأن سعر زيت هذه الشجرة السحرية الأخضر أغلى من سعر الزيت البترولي بمعدل 30٪، أي أن العائد من زراعة أشجار الجاتروفا، هو عائد مربح يصل لنحو 12 مليار دولار. إضافة لزراعة أشجار الهوهوبا Jujubba وأشجار الخروع والتي تعطي إنتاجاً من الزيت الأخضر، النظيف لملاءمة الظروف المناخية، والتربة والتضاريس وقرب محطة الخربة السمراء شمال شرق الزرقاء، في تنقية المياه العادمة الصادرة من إقليم عمان الوسط.

وصفوة القول، إن هذه الشجرة من مزاياها، أنها تنتج الزيت الأخضر الحيوي وتعمل على مكافحة التصحر، وتستهلك كميات قليلة من المياه المعالجة (العادمة)، وتتراوح نسبة الزيت في بذورها ما بين 35- 40٪، وتسقط أوراقها على الأرض لتشكل سماداً عضوياً للتربة، كما لا يصدر عن زيتها أية مواد ملوثة للبيئة، ولذلك أطلق على زيتها بالزيت النظيف والصديق للبيئة. كما يستخدم زيتها للإضاءة بجانب استخدامه في تحريك المركبات الآلية، كما أنها تستخدم كحماية وسياج للمزارع من اعتداءات الحيوانات على المحاصيل الحقلية، وتمنع انجراف التربة في البادية الأردنية، وتعمل على تثبيت الكثبان الرملية، وأخيراً إذا ما تمت زراعة البادية الأردنية تشكل حزاماً أخضر وحاجزاً لزحف التصحر، ومنع الرمال عن المناطق المعمورة في وسط الأردن وجنوبه.

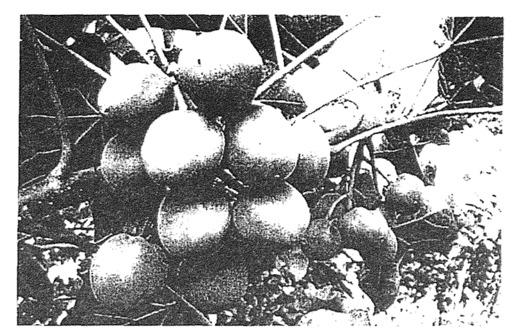


صورة (11): منظر جانبي لحبوب الجاتروبا



صورة (12): منظر جانبي لحقل مزروع بأشجار الجاتروبا.





صورة (13): منظر جانبي لثمار شجرة الجاتروبا



صورة (14): منظر جانبي لبذور الجاتروبا كحبوب الفاصوليا

أنظر صور لأشجار الجاتروبا وبذورها وارتفاعها وأوراقها وثمارها البيضاوية.

ثانياً: شجرة الهاوهوبا JuJubba or Howhabba:

تزرع هذه الشجرة حالياً في المكسيك والأرجنتين ومصر وإسرائيل والتشيلي وبيرو وأستراليا والولايات المتحدة الأمريكية ونيوزيلندا. كما امتدت زراعتها إلى السودان وليبيا وتونس والهند، لاستخراج زيتها الذي يعد أكثر نقاوة من زيت شجرة الجاتروفا Jatropha. ولذلك يمكن استخدامه بنزيناً للطائرات، وتستخدم في العديد من الصناعات، كما تستخدم البذور في استخراج مواد طبية وإنتاج بروتين نباتي، بالإضافة إلى السماد العضوي، كما تستخدم قشور بذور هذه الشجرة في إنتاج خامات دوائية جديدة، بجانب إنتاج مادة الكسب كعلف للحيوانات.

ويشير أحد الباحثين إلى أن دراسة هذه الشجرة، والوقوف على التجربة المصرية في زراعتها وتصنيعها[1]، للوصول إلى استراتيجية ثابتة لاستغلال المياه العادمة (المعالجة) لإرواء هذه الأشجار، وتحقيق الأرباح من وراء زراعتها، وإقامة صناعات تستغل خامات طبيعية صديقة للبيئة، ومنع ظاهرة الاحتباس الحراري Earth Warming؛ وقادرة في نفس الوقت على المنافسة العالمية في كافة المجالات التي تعتمد على منتجات هذا النوع من النباتات الصديقة للبيئة.

ويمكن التوسع في زراعة هذا النبات في إقليم البادية الأردنية وخاصة في سهول الأزرق الرسوبية، وأراضي الهامش الصحراوي الممتد على جانبي خط سكة حديد الحجاز وحوض الجفر وحوض الديسة، ووادي عربة، ومناطق الشفاغورية كما في حمرة السلط وحسبان وذيبان، وذلك من خلال اتباع استراتيجية ثابتة على مستوى الوطن الأردني، ولا تختلف باختلاف تغير المسؤولين أو الزمن، وتحقق الفوائد المتوخاة من خلال هذه الاستراتيجية الموضوعة، وتشجيع المزارعين على نشر التوعية

(1) د. عبد الحافظ أبو عرابي: رسالة دكتوراه عن شجرة الهوهوبا.

والبرامج الإرشادية من خلال مديرية الإرشاد الزراعي واستثمار أشجار هذا النبات، علاوة على إيجاد مديرية للاستثمار الزراعي في إقليم البادية الأردنية، وخاصة إقليم حوض الأزرق والهامش الصحراوي للأراضي الشبة صحراوية، في وزارة الزراعة للوقوف على الأسس الصحيحة لاستخدام هذه الشجرة، كطاقة حيوية بديلة لمشتقات النفط في الأردن، والتي تطرد أسعارها الجنونية يوماً بعد يوم.

ومن أهم سمات هذه الشجرة السحرية، تسيير المركبات الآلية بزيتها الأخضر والذي يستخدم في مجالات عديدة غير المركبات الآلية، وهي استخدامه في إنتاج الأدوية ومواد التجميل والمبيدات الكيماوية، وتشميع الفاكهة للتصدير وفي زيوت المحركات، والزيوت الصناعية. ويستخدم زيت هذه الشجرة في الولايات المتحدة وأوروبا كزيت محرك عالي الجودة. وطبقاً للدراسات العلمية التي أجريت بهذا الصدد، فإنه عند إضافة 50 غم من زيت الهوهوبا مع كل كيلوغرام زيت، من زيوت المحركات للسيارات، فإنها سوف تسير لغاية 20 ألف كيلو متر، بدون الحاجة لغيار الزيت مرة أخرى. كما تمّ التوصل إلى إنتاج وقود حيوي من زيت الهوهوبا "بيوديزل"، وهو مطابق للمواصفات الأوروبية والأمريكية للوقود الحيوي، كما تُجرى حالياً دراسات علمية كتجارب لإنتاج بنزين حيوي أوكتين 95 من الزيت ذاته للطائرات.

أما فيما يتعلق بالآثار البيئية لزراعته، فيزرع في إقليم البادية الأردنية ومنطقة الغور من الشونة الشمالية شمالاً، وحتى مدينة العقبة جنوباً مروراً بوادي عربة؛ ومناطق المنحدرات المطلة على الغور (الشفا غورية) مثل حمرة السلط ومأدبا وذيبان. ومن سماته أنه يتحمل ارتفاع درجة الحرارة لنحو 50 درجة مئوية، وإلى انخفاض درجات الحرارة لنحو 5 درجات مئوية تحت الصفر. كما يزرع في الأراضي الصحراوية والأراضي الملحية والرسوبية الخصبة وفي الأراضي القاحلة وشبه القاحلة وهو دائم الإخضرار طيلة العام.

أما احتياجاته المائية فتقدم ما بين 120 – 300 ملميتر سنوياً أو نحو 2 متر مكعب يومياً للدونم الواحد. كما أن لهذا النبات القدرة على تحمل الحرارة والجفاف، ومن النادر إصابته بالآفات الزراعية، ولا يحتاج لخدمات زراعية كثيرة كالتسميد والتقليم والحراثة. ويمكن استغلال المياه العادمة (المعالجة) من خلال 24 محطة ميكانيكية بالأردن معدة لتنقية مياه الصرف الصحي.

كما أننا من خلال نجاح هذا النبات في الأراضي القاحلة وشبه القاحلة، فإننا نهيب بالمزارعين والمستثمرين في القطاع الزراعي على التوسع في زراعتها في إقليم البادية والهامش الصحراوي وحوض الأزرق ووادي عربة وحوض الجفر، بدلاً من زراعة المحاصيل غير المجدية اقتصادياً أو المحاصيل التي تحتاج لكميات كبيرة من المياه كالموز والحمضيات.

كما تشير الدراسات العلمية بهذا الصدد لهذا النوع من النباتات الصديقة للبيئة، بأن ينتج بدءاً من العام الثالث لزراعته بذوراً يستخرج منها ما بين 30 – 40 كغم من الزيت الأخضر، والذي يباع حالياً بالجملة بنحو 15 دولاراً للكغم الواحد. وبذلك تصل قيمة الإنتاج الأولي إلى نحو 600 دولار، ثم يزيد المحصول حتى يصل الإنتاج في العام السادس أو السابع إلى أكثر من 200 كغم بذور، ويستخرج منها أكثر من 100 كغم زيت للدونم الواحد، حيث تصل قيمتها لأكثر من 1500 دولار للزيت الخام فقط.

وحينما يتم تصنيعه فإن المردود سوف يكون مضاعفاً، فيما عدا المنتجات الثانوية الإضافية الأخرى الناجمة عن التصنيع كالكُسب أو القشور.

خصائص شجرة الهوهوبا:

يعتبر موطن هذه الشجرة الأصلي صحراء السونورا Al – Sonora الواقعة في جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية، في ولاية أريزونا Arizona وتضم شمال

غرب المكسيك. وهي شجرة معمرّة يصل عمرها لأكثر من مائتي 200 سنة. ويتراوح طولها ما بين 2 إلى 4 أمتار. ولها قدرة كبيرة على تحمل العطش. كما تتراوح احتياجاتها المائية ما بين 120-600 ملمتر سنوياً من الأمطار. كما أن لها القدرة الكبيرة على مقاومة الأمراض والحشرات. وتنتج هذه الشجرة بذور مثل حبوب الفول السوداني، حيث تسقط على الأرض خلال شهري تموز وآب، وتحتوي هذه البذور على نحو 50٪ من وزنها زيت نادر، من صفاته ومكوناته على أنه شمع سائل وليس زيتاً. وله استخدامات عديدة، كما أن باقي مكونات البذور بعد العصر تحتوي على مواد طبية وبروتين يصل إلى نحو 30٪.

وتزرع شجرة الهوهوبا في خطوط تبعد عن بعضها ما بين 3 إلى 4 أمتار، وتبعد الشجرة في الخط عن الأخرى ما بين 1.75 إلى 3 أمتار. ويزرع 90 من الأشجار مؤنثة، والباقي مذكرة، موزعة في الحقل لإنتاج حبوب اللقاح، وتنتج الشجرة من العام الثالث إلى الرابع، ويعطي الفدان إيراد لا يقل عن 1500جنية مصري ويتضاعف سنوياً[1] وتتكون شجرة الهوهوبا من أنثى وذكر مثل أشجار النخيل والفستق. فالأشجار الذكرية تنتج أزهاراً صفراء لتلقيح الإناث، ويتم ذلك بواسطة الرياح بشكل طبيعي. كما تحتاج أي مزرعة هوهوبا إلى نحو 10٪ من أشجار الهوهوبا الذكرية داخل المزرعة للتلقيح أو زراعة سياج من الأشتال، يكون بينها بشكل طبيعي 50٪ ذكور كافية للتلقيح. كما أن ما بين 50-60٪ من بذور البندق (ثمار الهوهوبا) الجافة، هو شمع سائل يسمى زيت شجرة الهوهوبا. ويتم الحصول عليه بالعصر بدون حصول تلوث للمنطقة المحيطة بالمعصرة. ويوجد معصرة لولبية خاصة بالبذور الصلبة في مدينة عرابّة بمحافظة جنين بالضفة الغربية في فلسطين في دير غزالة، وكانت أول محطة عصر لبذور هذه الشجرة منذ عام 2004م في العالم العربي

(1) د. نبيل الموجي: مقارنة بين شجرة الجاتروبا والهوهوبا، الشركة المصرية للزيوت الطبيعية.

وتتميز هذه الشجرة بأن أشجارها خضراء اللون، وكثيفة الأوراق، وتنتج ذكورها أزهاراً صفراء اللون جميلة في فصل الشتاء، علاوة عن أن الهوهوبا لا تستخدم إلا القليل من الماء. كما يمكن زراعتها كسياج أخضر على مداخل المدن كمدينة عرابة في محافظة جنين. ويستعمل زيتها بعد عصره وتصفيته وفلترته للأغراض المختلفة بدون تكرير. ولا ينجم عن عملية العصر أي ماء أو زيبار Zeebar، لأن بذورها التي تشبه البندق أو الفاصوليا لا تحتوي على أكثر من 2-4٪ ماء.

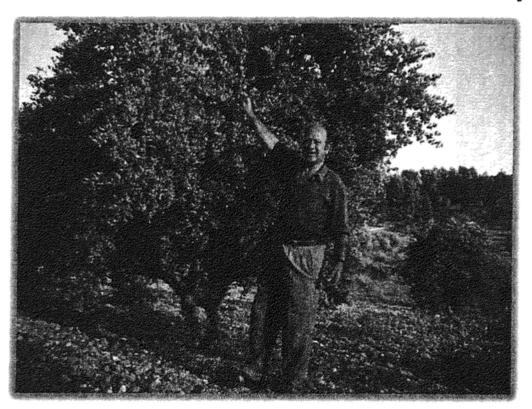
وكل ما ينجم عن عصرها عدا عن الزيت - مادة الجفت Jeft الناشف (التغل). ويبقى في ذلك الجفت 10-12٪ زيت الهوهوبا من الدرجة الثانية، والذي يستخدم للأغراض الصناعية. كما يمكن استخدام الجفت كسماد طبيعي وذلك لاحتوائه على نسبة عالية من البروتين، وهي مادة النيتروجين، المطلوب كسماد للتربة بجانب استخدامه في التدفئة كوقود في فصل الشتاء.

وخلاصة القول إن زيت هذه الشجرة صديق للبيئة وغير ملوث، وتعيش الشجرة لنحو (200 مائتي) عام، ولها القدرة على العيش في الأراضي الجافة وفي منع التصحر، وتثبيت الكثبان الرملية وسياج للمزارع، وزيتها مطلوب لتحريك مئات الملايين من المركبات الآلية، والتي تسير على مشتقات البترول الملوثة للبيئة، والاحتباس الحراري وسخونة الأرض، وتتكون أشجارها من إناث وذكور كأشجار النخيل والفستق. وثبت بالدراسة العلمية أن أنسب الأراضي لنجاح زراعتها هي الأراضي المصرية، وتقل تكلفة زراعتها في مصر عن الدول الأخرى لنحو 50٪ ، ولذلك فهي المصدر الثمين لإنتاج زيتها الذي لا ينضب ويتجدد مع مرور الأيام والسنين، بينما البترول في طريقة للنضوب والزوال، بالرغم من أنه السبب الرئيس في **سخونة الأرض**، وانعكاسه سلباً على الغلاف الحيوي فوق سطحها. (صورة لشجرة الهوهوبا) كما أن من مزاياها (شجرة الهوهوبا) أنها تتحمل الملوحة ما بين 3000 إلى 10.000 جزء في المليون كحد أقصى، وقلة حاجتها للرعاية من حيث

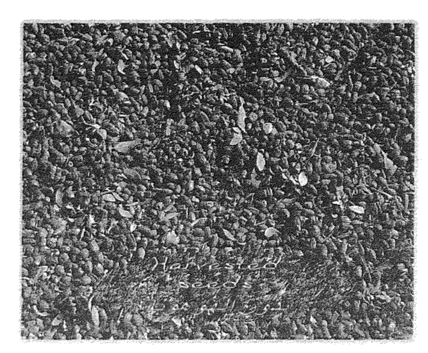
التسميد والتقليم والخدمة، بجانب قلة إصابتها، للرعاية والعائد الاقتصادي من هذه الشجرة مرتفع، حيث يصل متوسط إنتاج أربعة دونمات بعمر 7 سنوات لنحو 6 آلاف جنية مصري على الاقل يزداد هذا الإيراد سنوياً.

وتعتبر البادية الأردنية منطقة واعدة لزراعة أشجار الهوهوبا، حيث تتوفر التربة الملائمة والمناخ المناسب، بالإضافة إلى أن نوعية الإنتاج بالأردن لا يختلف عن الإنتاج في مصر أو السعودية أو أية دولة أخرى بالعالم.

كما يمكن التوسع في زراعة أشجار الخروع في البادية الأردنية؛ مع أشجار الجاتروبا والهوهوبا الآنفة الذكر. وتعيش على كميات أقل مما تحتاجه الجاتروبا والهوهوبا، وتعطي زيتاً يصلح لإدارة المحركات والمركبات الآلية كما للشجرتي الآنفتي الذكر.



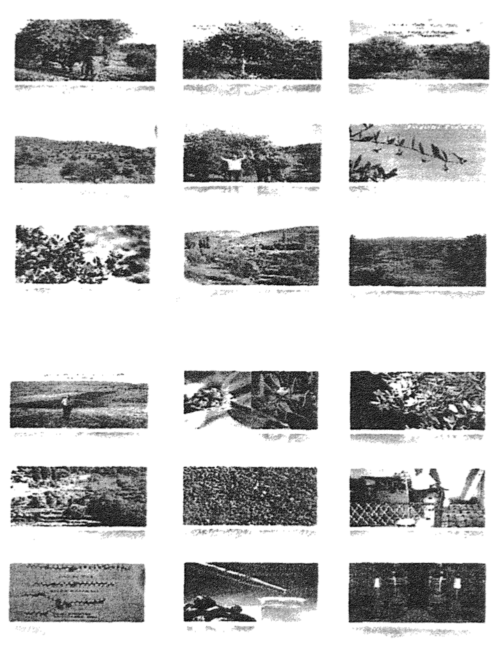
صورة (15): منظر جانبي لأحد المزارعين بجانب شجره الهوهوبا



صورة (16): منظر جاني لبذور شجرة الهوهوبا المهيأة للعصر.



صورة (17): منظر جاني لحقل مزروع بأشجار الهوهوبا بمحافظة جنين بالضفة الغربية.



صورة (18): مناظر جانبية لأشجار الهوهوبا وبعض المزارعين في حقولها.



صورة (19): منظر جانبي لبذور الهاوهوبا.

الفصل السابع عشر

الخاتمة والتوصيات

الفصل السابع عشر
الخاتمة والتوصيات

لا بد أن تحاط البيئة ونظامها بأهمية كبرى، من قبل المؤسسات الثقافية والتعليمية والإعلامية، بحيث تقوم بنشر الوعي والمعرفة حول عناصر البيئة الطبيعية و البشرية؛ وصيانتها وكيفية التعامل معها. وبناءً على ما تعرضت له البيئة (المحيط)؛ من مخاطر التلوث بأشكاله والتصحر بدرجاته المختلفة، وتعرض بعض الفصائل النباتية للاختفاء، وبعض الحيوانات للانقراض، نتيجة سوء الاستغلال البشري، كالرعي الجائر والقطع الجائر للأشجار، والصيد الجائر في البر والبحر، ثم تعرض طبقة الأوزون الواقية، للتآكل بفعل غازات الكلورو فلوروكاربون، بالإضافة إلى تملح التربة وتعرية طبقتها العلوية الخصبة، واختفاء الكساء الأخضر من على سطحها، الأمر الذي جعلها مكشوفة من النباتات، وأصبحت في مهب الرياح؛ وبالتالي تراجع خصوبتها نتيجه تركز المبيدات السامة فيها، كمواد الـ دي. دي. تي والدلدرين Dieldrin والكلوردين Chlordane، والأولدرين Aldrin ومن ثم انتقالها للإنسان والحيوان والنبات، ثم انتشار الأمراض المتوطنة، كالملاريا والبلهارسيا في الترع والقنوات المكشوفة والمستنقعات والسدود؛ ثم تناقص خزانات المياه الجوفية العذبة، مثل سهل الجفاره في ليبيا و وادي فاطمة بين مدينتي جده ومكة، وحوض الأزرق في الأردن وغيرها؛ الأمر الذي أدى لكل هذه المشكلات مجتمعه تهيب بالمؤسسات الحكومية والشعبية، لتبني برامج وخطط مدروسة، للتصدي لكل هذه المشكلات، وزيادة تبصير وتوعيه الشعوب

والحكومات بهذه الأخطار البيئية، التي تعتبر لنا نذر لأخذ الحيطة، ووضع الحلول لكل هذه الأخطار والمشكلات البيئية.

لقد أدت هذه المشكلات البيئية إلى ظهور وعي بيئي، لدى حكومات ومواطني الدول المتقدمة؛ حيث تم إنشاء العديد من المؤسسات والمعاهد العلمية، لدراسة مختلف المواضيع البيئية، بالإضافة إلى تكوين الأحزاب السياسية، التي جعلت من أهم أهدافها حماية البيئة و الإنسان. وقد انتشرت هذه الأحزاب السياسية، والتي تدعى بالأحزاب الخضراء؛ في معظم دول أوروبا الغربية؛ بحيث أصبحت ذات نفوذ سياسي قوى يحسب لكل منها حساب.

لقد وضعت هذه المشكلات مجتمعنا البشري أمام خيارين لا ثالث لهما:

أولاهما: إما أن نستمر في التنمية الشاملة والمستدامه لهذا المجتمع البشري؛ الذي بلغ عدده في 2013م نحو 7.2 مليار نسمة[1]، وبالتالي تبقى حضارة هذا المجتمع العالمي العصرية؛ باقيه ومستمرة إلى أن يشاء الله تعالى.

وثانيهما أو إما تنمية جائرة ودمار لمواردها وفناء لحضارتها وإنسانيتها!؟

وبناءً عليه، أصبح من الأهمية بمكان، أن المواطنة الحقه، تفرض على كل إنسان يعيش في هذا العصر، مسؤولية أدبيه اتجاه بيئته الوطنية من ناحية؛ والبيئة العالمية كلها من ناحية أخرى. كما تزداد هذه المسؤولية نحوها؛ كلما زادت أهمية مركزه الاجتماعي في المجتمع، من حيث اتخاذ القرارات أو القيام بالأعمال التي تجنب البيئة ونظامها وقوع الخلل والدمار فيه.

(1) عن إذاعه صوت العرب بالقاهرة في 30/ 10/ 2013م. الساعة السكانية.

لقد حبانا الله سبحانه وتعالى، بكوكبنا الأرضي، لنحيا حياة كريمة بعيده عن الإسراف والتبذير، والفقر والحرمان. حيث جعله الله مكاناً نزرع فيه ونقلع منه، نحصد ونقطف الثمار، ونجني الضرع والزرع، ونبني لأنفسنا المدن والبلدات والقرى، نبتكر ونخترع، نفكر ونبدع منذ بدء الخليقة ليومنا هذا. حتى أصبحت حضارتنا العصرية، تتبوأ الصدارة على كل الحضارات البشرية في القرون التي خلت. وعلينا أن نترك للأجيال اللاحقة جيلاً بعد جيل، موارد هذا الكوكب، وهي سليمة لا مدمره. قال الله تعالى: ﴿ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا ﴾ (الأعراف: 30). وقوله تعالى: ﴿ إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيَاطِينِ ﴾ صدق الله العظيم.

لقد بلغ الإنسان في تأثيره على بيئته، مرحله تنذر بالخطر، حيث تجاوز في بعض الأحوال قدرة النظم البيئية على الاحتمال، فأحدث اختلالات بيئية في التربة والماء والهواء والأرض بالنفايات الصلبة، وأدى لنضوب المياه الجوفية العذبة في بعض المناطق الجافة وشبه الجافة، وإلى انقراض بعض النباتات والحيوانات البريه. فكلها مجتمعه تكاد تهدد حياة الإنسان وبقائه على سطح الأرض. ومن ثم برزت أهمية التعليم والتثقيف والتنوير بقضايا علاقة الإنسان بعناصر بيئته. لأن ذلك يمثل المدخل السليم لترشيد سلوك الإنسان، وتبصيره بالتوابع البيئية لعمله، حتى يستعيد الانسجام والتوافق بين حياته كإنسان وموارد البيئة المتاحة.

وخلاصه القول، لقد تعلم الإنسان الكثير من تجاربه في التعامل مع بيئتة واستغلال مواردها. وعليه، فليس هناك بعد اليوم ما يبرر للإنسان اقتراف الأخطاء الشنيعة اتجاه البيئة، عند القيام لتخطيط المشاريع التنموية على حساب البيئة وعناصرها، خاصة وأن خبرة الإنسان كافيه للتوفيق بين أهداف التنمية والمحافظة

على البيئة وحسن التعامل معها، وذلك لتحقيق تنمية أشمل واستغلال أفضل في المديين القريب والبعيد.

ونتيجة لكل هذه السلبيات والأمراض والأوجاع والمشكلات البيئية، التي أحدثها الإنسان فإننا نوصي بما يلي:

1. تنظيم النسل لإيجاد التوازن، بين موارد البيئة الطبيعية وحجم السكان، في أي منطقة من مناطق العالم المختلفة، فالتفاعل الجاري بين الإنسان وبيئته مستمر وسيبقى، وحتى لا يُحدِث هذا الإنسان الخلل في النظام البيئي، فلابد من تنظيم النسل أولا، لأنه كلما زاد عدد السكان في العالم الذي يبلغ في 2013م، نحو 7.2 مليار نسمه، تزداد معه الضغوط على موارد البيئة ونظامها الأيكولوجي.
2. التوسع في إنتاج النباتات المحبة للملوحة والجفاف؛ والتي تروى بالمياه المالحة او شبه المالحة (المسوس) في المناطق الجافة وشبه الجافة، خاصة في وطننا العربي لتكثيف الكساء الأخضر في التربة ومنع انجرافها.
3. التوسع في تحلية مياه البحار والمحيطات المالحة، لتخفيف الضغط على مورد المياه العذبة الذي لا يتجاوز 0.65٪ من إجمالي المياه في العالم. واستخدام الطاقة الشمسية الرخيصة والنظيفة في هذا المجال، لزيادة الرصيد المائي من المياه العذبة، التي يطّرد الطلب عليها يومياً مع التزايد السكاني في العالم.
4. التوسع في زيادة الإنتاج الزراعي، بنوعيه النباتي والحيواني، وسد حاجة الأسواق الاستهلاكية، خاصة في وطننا العربي الذي بلغت فيه فاتورة استيراد

المواد الغذائية عام 1990م لحو 225 مليار دولار[1]. وهذا المبلغ لا شك لو استغل في هذا الجانب، لأمكن توفير 90٪ منه في الخزائن العربية التي تئن من المديونية الثقيلة.

5. يجب على وزارات الزراعة والبيئة في العالم والوطن العربي خاصة، التوسُّع في إنشاء مشاتل الغراس المحبة للملوحة والجفاف، والتي تتحمل العيش في ظروف المناخ السائد في البيئة العربية، وسقايتها في الخمس سنوات الأولى للاستخدامات المنزلية وري المحاصيل التقليدية المعروفة.

6. التوسع في زراعة المحاصيل الحقلية الأستراتيجية، مثل القمح والشعير والأرز، حيث تمكنت الأبحاث العلمية في جامعة الملك عبد العزيز آل السعود؛ من إنجاح زراعة بعض فصائل القمح، على مياه تصل نسبه الملوحة فيها لنحو 8300 جزء في المليون؛ و أعطى إنتاجا بنحو 72٪ من إنتاج القمح المزروع على مياه عذبه.

7. تشجيع المزارعين العرب، خاصة ذوي رؤوس الأموال الطائلة، استغلال أموالهم في تربيه الثروة الحيوانية، مع توفير الأعلاف الخضراء والجافة لها؛ من خلال زراعة الأراضي الرعوية وريها بالمياه شبه المالحة، وتنظيم الرعي فيها؛ بدلاً من زراعتها بالمحاصيل الحقلية التي لا تفيدهم شيئاً، بل تؤدي لإثارة التربة بالمحاريث الزراعية، و تذريتها بفعل عوامل التعرية السطحية. كمنطقة الهامش الصحراوي بالأردن مثلا.

---

(1) من كتاب التنمية في الوطن العربي.

8. التوسع في زراعة الأحزمة الشجرية الحرجية حول المدن العربية، لتقليل حدة الحرارة الشديدة أيام الصيف القائظ، وتنقية الجو الحضري من التلوث الغباري والغازي فيها.

9. التوسع في زراعة الشجيرات الرعوية، بالمناطق المدمرة نتيجة الرعي الجائر، وإعادة التخضير لها، وتنظيم الرعي فيها مثل الدول المتقدمة كاستراليا ونيوزيلندا والدول الأوروبية، وتوفير المنتجات الحيوانية من اللحوم والألبان والجلود والأصواف والبيض.

10. التوسع في تطبيق الدورات الزراعية؛ الثلاثية والرباعية والنمط الزراعي المتنوع، والتركيز على زيادة الإنتاج الزراعي، بنوعيه النباتي والحيواني، رأسيا وأفقيا. للوحدة المساحية أو الرأس الحيواني سواء في إنتاج الحبوب والخضار والفواكه أو إنتاج اللحوم ومشتقات الألبان والأصواف.

11. وضع خطة لاستغلال الإنتاج الزراعي المتنوع في الوطن العربي، حسب نوعية التربة والمناخ، بحيث يتخصص كل قطر عربي في الإنتاج المناسب لبيئته. فالسودان لزراعة أشجار الغابة الموسمية وأشجار السنط والطلح لإنتاج الصمغ العربي بجانب الأرز والقطن وقصب السكر والذرة والفول وسوريا والمغرب العربي لإنتاج القمح والحمضيات والزيتون واللوزيات والعنب، والعراق يتخصص في إنتاج التمور والشعير والقمح واللوزيات؛ بالإضافة إلى الأعلاف، والأردن بالخضار والموز والحمضيات، بحيث تكون سياسة التكامل الزراعي العربي سياسة عمليه ومنفذة على الواقع.

12. تشجيع الدول في العالم بوجه عام والأقطار العربية على وجه الخصوص، على إنشاء المحميات الطبيعية، لحماية النباتات والحيوانات البريه المهددة بالانقراض، فضلاً عن كونها مراكز للبحث العلمي والترويح والاستجمام، وبذلك تكون هذه المحميات هي الخطوة الطبيعية، لبداية ترميم وإعادة تأهيل الأراضي المدمرة نتيجة التصحر الشديد جداً أو الرعي الجائر.

13. البحث عن موارد أخرى بديله؛ لاستخدامها في حالة عدم قابلية الموارد الموجودة للتجدد أو في حالة نضوبها. فمثلاً إن تملحت المياه الجوفية وأصبح استخدامها للري سلبياً، يفضل استغلالها في زراعة الأعلاف المحبة للملوحة، أو الجفاف مثل نباتات الكوخيا والشمندر السكري، والسمار المر والقطف والحمِض، والرغل وأشجار الكينيا والطلح، والسنط والأثل خاصة في المناطق شبه الجافة، التي تعرضت تربتها للتملح ومياهها لتزايد الملوحه فيها.

14. ضرورة المحافظة على أشجار الغابات الطبيعية، وتوازنها الحيوي وإنتاجيتها، وذلك بزراعة الأنواع المختلفة التي تعرضت للقطع الجائر وإعادة زراعتها، وسقايتها وحمايتها في الخمس سنوات الأولى، خاصة في وطننا العربي الذي فقد نحو 90٪ من غطائه النباتي الشجيري، وزراعة أشجار البلوط والبطم والصنوبريات والسرو، في شواطئ البحر المتوسط باتحاد المغاربة العربي وبلاد الشام، أو بزراعة أشجار الغاف prosopis والدوم والسنط والسمر، والرتم والأثل والطرفا والدفلى والكينيا والكازورينا وغيرها لحماية التربه من الانجراف، ووقف زحف التصحر على الأراضي المعمورة أو الأراضي الرعوية. وتوفير الأخشاب من ناحية والأعلاف من ناحية أخرى، مع زراعة الأعشاب الرعوية والشجيرات الرعوية والخضار المحبة للملوحة.

15. وضع مشكلة التصحر، على رأس مشكلات البيئة الخطيرة، خاصة في وطننا العربي، وذلك بتوفير الدعم المالي، لأجراء المزيد من البحوث العلمية، التي توجد الطرق والوسائل الكفيلة للتصدي لهذه الآفه البيئية الخطيرة، وحماية الأراضي المعمورة، من زحفها المتواصل عليها. فتسخير المياه المالحة وشبه المالحة لسقاية النباتات المحبة للملوحة، هو حل ممكن وقليل التكلفة، ومتاح من حيث النباتات أو الرصيد المائي من المياه المالحة.

16. التوسع في إعاده تصنيع النفايات الصلبة، في كل مدينه سواء في الأقطار العربية أو الأجنبية، وتسخيرها للاستخدامات المختلفة من جديد، تفادياً لتكاثر الحشرات والقوارض، والأمراض الفتاكة في مثل تلك التجمعات السكانية الكبيرة.

17. تسخير الطاقة الشمسية في الوطن العربي، لإنتاج الكهرباء وتوفير أجهزه التبريد والتدفئة، وطهي الطعام وإنارة الشوارع في المدن العربيه، من خلال العدسات التي تحول الأشعة الشمسية إلى طاقه كهربائية، كما هو الحال في منطقه الهامش الصحراوي بالأردن، كطاقه نظيفة وصديقه للبيئه.

18. التقليل من استخدام المبيدات الكيماوية السامة، باستخدام المكافحة الحيوية تفادياً لتدمير التربة، وانتقال السموم للمنتجات الزراعية والحيوانية وانتهاءً بالإنسان.

19. التوسع في عمليات الحصاد المائي في المناطق الجافة وشبه الجافة، بإنشاء السدود الترابية والبرك الأسمنتية، والآبار التجميعيه والسدود المتوسطة الحجم (5-10

ملايين متر مكعب) والمبطنه بالأسمنت، وتفادي الإِستغلال الجائر للمياه الجوفية والسطحية في تلك المناطق الهشة، واستغلالها اقتصادياً بما يتواءم مع قدراتها الطبيعية.

20. التوسع في إنتاج الأعلاف المركزة، والتي تدفع ملايين الدولارات سنوياً، لاستيرادها من الخارج. وقد نجحت في البلاد العربية زراعة أسماك الكارب، في المياه المعالجة (العادمه)، والتي تدخل في صناعه الأعلاف المركزة، وأصبحت محطات التنقية في المدن العربية، متوفرة ويمكن استغلالها في هذا الصدد.

21. التصدي لمشكلة التلوث بأشكاله المائي والهوائي والأرضي، بدرجاته المعتدلة والشديدة والمدمرة، سواءً في وطننا العربي أم في خارجه. ووضع الحلول الجذريه لكل شكل من أشكال هذا التلوث. والتقليل من الخسائر الناجمة عنه لحد كبير، كالتوسع في تخضير الأرض، وإيجاد مصادر للطاقه، قليلة التلوث أو إيجاد أجهزة تقلل نسبه التلوث الغازي في هواء المدن مثلاً. أو ابتكار مصادر للطاقة، نظيفة لتسيير السيارات على البطاريات الشمسية أو الديزل الحيوي من بذور أشجار الجتروبا والهوهوبا والخروع وغيرها أو الديزل الأخضر والكاز الأخضر من أشجار الجاتروبا والهوهوبا وشجر الخروع.

22. ترشيد الاستهلاك في موارد الطاقة الحفرية، كالبترول والغاز الطبيعي والفحم خاصة، وتشجيع البحوث على استغلال الطاقة الكهربائية والحرارة الجوفية والطاقة الشمسية وطاقه الأمواج البحرية والمد والجزر والطاقة الحيويّة.

23. تشكيل مجالس إداريه كفوءة في كل قطر من أقطار العالم، لوضع برامج وخطط

واستراتيجيات لحماية غلافنا الحيوي، بموارده من التربة والنباتات والحيوانات والكائنات البحرية، وترشيد استهلاك وتفادي الاستغلال الجائر؛ لهذه الموارد حتى تبقى للأجيال القادمة.

24. التوسع في الزراعات المحمية، في المناطق الجافة وشبه الجافة، واستخدام الري بالتنقيط فيها، لأنها أثبتت نجاعتها بكل فاعلية في الأردن ودول الخليج الست وفي مصر وليبيا وسوريا.

وأخيراً وباختصار، إذا أردنا تنمية مستدامة سواءً لوطننا العربي الكبير أو للبيئة العالمية كلها، فعلينا بالتعاون والتنسيق الجماعي بين الشعوب والأفراد والحكومات، لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية لنا وللأجيال القادمة، مع المحافظة على البيئة من التلوث والتصحر والأوبئة والمجاعات وسخونة سطح الأرض، لتبقى حضارة بني الإنسان فوق سطح هذا الكوكب، وإلى أن يشاء الخالق الواحد ذو الإجلال والإكرام على مر القرون والأزمان.

الأستاذ الدكتور

علي سالم إحميدان الشواورة


المصادر

المصادر

أولاً: المراجع العربية:

- إبراهيم، محمد، 1972م، التلوث الناتج عن استخدام الكيماويات الزراعية في البيئة الريفية، مصر، مجلد لعنوان الإنسان والبيئة والتنمية.
- أبو العز، محمد، 1990م، الجوانب البيئية لعدم إشباع الحاجات الغذائية في الوطن العربي، الجوانب البيئية والتقنيات والسياسات، ترجمة عبد السلام رضوان، برنامج الأمم المتحدة سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون.
- أبو الفتح، حسين، 1987م، البيئة الصحراوية العربية، الأردن.
- احميدان، علي، 1987م، دراسة ميدانية لمنطقة وادي فاطمة مع طلبة قسم الجغرافية في كلية العلوم الاجتماعية كمشروع تخرج.
- احميدان، علي، إقليم حوض الأزرق بالأزرق، القدس، 2003م.
- احميدان، علي، علم البيئة، القدس، مركز يافا للنشر، 2008م.
- احميدان، علي، 1995م، مكافحة التصحر في إقليم سهل الجفارة في ليبيا.
- احميدان، علي، 2000م، مكافحة التصحر في إقليم الهامش الصحراوي بالأردن، معهد الإدارة.
- احميدان، علي، 2002م، المدخل إلى علم السكان، ص 20-61، فلسطين، دار الفكر.

- احميدان، علي، 2006م، مكافحة التصحر في إقليم السفوح الشرقية بالضفة الفلسطينية.
- احميدان، علي، 2008م، المدخل إلى علم الجغرافية الطبيعية والبشرية، فلسطين، مركز يافا للنشر والتوزيع.
- احميدان، علي: جغرافية علم المناخ والطقس، عمان، دار المسيرة، 2011م.
- احميدان، علي، جغرافية السكان، 1992م، ص 25-40، الأردن، دار صفاء.
- احميدان، علي، الجغرافية الحيوية والتربة، دار صفاء، 2011م.
- احميدان، علي، التخطيط في العمران الريفي والحضري، دار المسيرة، 2011م.
- الامم المتحدة، 1987م، ص 21-32: دور الدولة والسلطات المحلية في إدارة المدن، دراسة لبلدان مختارة في منطقة (الإسكوا).
- أندرسون، م. س: البيئة والحياة، مصر، ترجمة فوزي فهيم، ص 12-19.
- إيزال آسيون: الحياة والطاقة، 1968م، مصر، (ترجمة سيد رمضان).
- الشخاترة، محمد، 1990، ترميم إقليم بادية الشام، ص 101-121، وزارة التخطيط، الأردن.
- الشرنوبي، محمد، 1978، الإنسان والبيئة، ص 85-115، مصر.
- الشلش، علي حسين، 1981م، جغرافية التربة، ص20-65، جامعة البصرة.
- الصالح، عبد المحسن، 1973م، الطاقة، طبيعتها وصورها ومنابعها، ص32، مجلة عالم الفكر، أيلول.
- عبد العزيز، مصطفى، 1978، الإنسان والبيئة، مصر، ص45-121.

- عبد المقصود، زين الدين، 1976م، أبحاث في مشكلات البيئة، مصر.
- عبد الوهاب، أحمد، 1991م، القمامة، مصر، الدار العربية للنشر والتوزيع.
- عطوي، عبد الله، 1987، الإنسان والبيئة، مؤسسة عز الدين، ص35-95، لبنان.
- علام، أحمد، التلوث وتحسين البيئة، ص 20- 34، مصر، كانون الثاني.
- القاسمي، خالد بن محمد، 1987، إدارة البيئة في دولة قطر، لبنان، ص 41-65.
- القصاص، محمد، الإنسان والبيئة، 1987، مصر، منشورات (أليسكو) بالتعاون مع الأمم المتحدة للبيئة، 25-69.
- الكندري، عبد الله رمضان، 1992، البيئة والتنمية المستدامة، ط1، ص20-45، الكويت.
- مثنى العمر: التلوث البيئي، 2000م، الأردن، ص 8- 19، 217-237.
- محمد زهران، أساسيات علم البيئة النباتية وتطبيقها، مصر، 85-115.
- المطري، خالد، 1979م، الجغرافية الحيوية والتربة، ص 270-291م، مصر.
- النجّار، مبروك سعد، 1994، تلوث البيئة في مصر، المخاطر والحلول، مصر، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ص 90-105.

المراجع الأجنبية:

1. Anthrop, D.; Environment Noise Pollution: A Threat To Sanity. Bull. Atomic Scientists, 25, (5) 1969, PP. 6-11.
2. Baughman, G. L. & Burns, L. A.; Transport And Transportation Of Chemicals. A Perspective In The Hand Book Of Environmental

Chemistry. O, Hot Zinger (Ed.), Vol.2. Part: Reactions & Processes Berlin , 1980 , PP36-48.

3. Branch, C. M.; Planning Urban Environment, Stroudsburg, Pensylvania, 1972 , pp 50-81.
4. Burton, I. And Kate's, W. And White, G.; The Environmental As Hazard, The Guilford Press, New York, 1993, PP. 79 - 94
5. Barry, A. G. And Chorely, R. J.; Atmosphere, Weather And Climate, Methuen And Co , 1971, Pp. 60-81.
6. Boggs, D. H. And Simon, J. R.; Differential Effect Of Noise On Tasks Of Varying Complexity, J. Appl. Psychology, 52, 1958, Pp 140-155
7. Butler, G. (Ed.); Principles Of Ecotoxicologg, Scope, 12, John Wiley & Sons, 1978 , Pp11-31, 45-75.
8. Boughey, S. A.; Man And The Environment, An Introduction To Human Ecology And Evolution, New York, Lend , 1997 , PP. 8-28.
9. Brown,. L. R. And Gail, W. F.; Man And His Environment, Food, Harper Row And Publishers, Inc. New York, 1972. PP. 102 – 141.
10. Card, H.; Stages Of Technology And Their Impact Upon The Physical Environment, A basic Problem In Cultural Geography , 1964 , Pp. 60-120.
11. Clark, R. And Chris, F. And Martine, A.; Marin Pollution, Oxford University Press, 1998 , Pp. 113- 124.
12. Chapman , V. G.; Salt Marshes and Salt Deserts of the world , 2nd. ed. Graw - Hill , London , 1974 , pp. 55-101.
13. Cook, E.; Ionizing Radiation In Environment Resources , Pollution And Society, 2nd. W. W Murdoch.

14. Dasmann, R. F.; Environment Conservation, 3ed John Wiley And Sons, Inc. New York, 1972 , PP. 31-81.
15. Good Man, G. T.; How Do Chemical Substances Affect The Environment, Pro. Roy. Soc, London B. 185:PP. 120- 151.
16. Gower, A. M.; Water Quality In Catchments Ecosystem, John Wiley & Sons, 1980 , PP. 11-45.
17. Heyer Chahl, T.; Pollution The Ocean , Current, 179 , 1976, PP. 52- 92.
18. Holum, J.; Topics And Terms In Environmental Problems. A Wiley Inter Science Publication, John Wiley & Sons, 1985, PP. 71-95.
19. Lave, L. B. And Seskin, E. P.; Air Pollution And Human Health, Science, 169, 1970, PP. 720-740
20. Laurent, H.; Environment Pollution, 2nd. Edition, Iowa State University, Holt, Reihart And Wiston Inc New York, 1973 , PP. 17-52.
21. Likens, G. E. And Bormann, F. H. And Johnson, N. M.; Acid Rain Environment, 14(2), 1972. PP. 30-41.
22. Lynn, D. A.; Air Pollution, Environment, Resources , Pollution And Society, 1975 PP. 85- 111.
23. Moore, J. W. Et. AL.; Environment Chemistry, Academic Press, New York, 52-95.
24. Perera, F. And A mad, A. k.; Respirable Particles , Impact Of Air Borne Fine Particulates On Health And Environment Ballinger, Pub. Co. Cambridge, 1997, PP. 18-53
25. Schaefer, V. J.; The Inadvertent Modification Of The Atmosphere By Air Pollution, Bull. Amer. Meteorology, Soc 50: 199, 1969 PP. 11-21.

26. Simmons, I.; The Ecology Of Natural Resources, Edward Arnold, London, 1985 , PP. 25-61.
27. Stalling, J. H.; Soil Conservation, Prentice -Hall, Inc. Engle Wood Cliffs, New York, 1976 , pp. 156-206.
28. Stephen, T. T.; Soil And Vegetation Systems, Clarendom Press, OxFord, 1977, PP. 120-170.
29. Sybil, P. P.; Encyclopedia Of Environment Science , New York, PP. 200- 302.
30. UNEP; Environment Effect Of Ozon Depletion , 1991, Up date On Substances That Deplete The Ozon Layer, UNEP, Nairobi, Kenya, 1991, PP. 19-31.
31. UN.; Report Of The International Conference On Population Un. Publication, No. E 84, 1985.
32. WHO.; Rapid Assessment Of Air, Water And Land Pollution, Who Offset Publication , No. 62, PP. 14-74.
33. WMO.; Report Of The Meeting Of Experts On Atmospheric Urban Pollution And Role Of National Meteorological Services, (NMSs) Geneva , 7–11 Oct, 1996 , WMO, Global Atmosphere Watch, No 115 , PP. 30-70.
34. WHO.; Estimating Human Exposure To Air Pollutants, Who, Offset Publication, No. 69, 1982, PP. 11-32.
35. Wurster, C. F.; D. D. T. Reduces Photo Synthesis By Marine Photo Plankton, Science, 159, 1968 , PP. 27-75.
36. Zahran. M.A: Introduction to Plant Ecology and Vegetation Types of Saudi Arabia King Abdul Aziz University Press. Geddah Saudi Arabia, 1983.



الإنتاج العلمي للمؤلف

أولاً: الكتب العلمية

1. جغرافية السكان: دار صفاء، عمان، 1992.
2. المدخل إلى علم السكان: فلسطين، دار الفكر، 2002م.
3. جغرافية العمران الريفي والحضري: فلسطين، القدس، 2008م.
4. جغرافية المدن، دار المسيرة، الأردن، 2011م.
5. علم البيئة: دار المسيرة، الأردن، 2011م.
6. التصحر ومخاطرة: دار صفاء، الأردن، 2012م.
7. الجغرافية الحيوية والتربة: دار الفكر، القدس، 2006م.
8. إقليم حوض الأزرق بالأردن: دار الفكر، القدس، 2003م.
9. مدينة راوليندي- إسلام آباد: دار الفكر، القدس، 2003م.
10. جغرافية ليبيا الإقليمية: دار الفكر، القدس، 2005م.
11. جغرافية الصناعة: دار الفكر، القدس، 2003م.
12. جغرافية فلسطين: دار الفكر، القدس، تحت الطباعة.
13. جغرافية الأردن: دار الفكر، القدس، تحت الطباعة.
14. المدخل إلى الجغرافية الطبيعية والبشرية: دار الطيب للطباعة والنشر، القدس، 2008م.
15. الجغرافيا المناخية: دار الطيب للطباعة والنشر، القدس، 2006م.
16. نظرية الموقع: دار الطيب للطباعة والنشر، القدس، تحت الطباعة.

ثانياً: الأبحاث العلمية

1. تخضير إقليم الهامش الصحراوي بالأردن: معهد الإدارة، عمان، 2000م.
2. أهمية إقليم حوض الأزرق بالبادية الأردنية، جامعة القدس، 2002م.
3. الموقع والموضع الجغرافي لمدينة الإحساء بالسعودية، كلية الشريعة بالإحساء، 1983م.
4. التصحر وخطورته في سهل الجفارة، جامعة القدس، 2001م.
5. التطور التاريخي لمدينة راوليندي- إسلام آباد، كلية الشريعة بالإحساء، 1983م.
6. أهمية الغلاف الحيوي للمجتمع البشري، جامعة السابع من إبريل، 1995م.
7. الأمة العربية واقع وطموحات، جامعة السابع من إبريل، كلية الآداب بزوارة، 1994م.
8. معالجة المياه العادمة في الخربة السمراء وحماية سد الملك طلال من التلوث، المركز الجغرافي، مجلة المقياس، 1996.
9. الموقع والموضع الجغرافي لمدينة راوليندي- إسلام آباد، كلية الشريعة بالإحساء، 1983م.
10. خطورة التصحر في إقليم السفوح الشرقية بالضفة الفلسطينية، جامعة القدس، 2006م.



نبذة عن حياة المؤلف

1. علي سالم إحميدان الشواورة من مواليد بيت المقدس .
2. تخرج من مدرسة بيت لحم الثانوية عام 1963م. حصل على شهادة البكالوريوس عام 1967م من الجامعة الاردنية وشهادة الماجستير من جامعة القاهرة عام 1970م .
3. وحصل على درجة الدكتوراه من جامعة القاهرة عام 1975م .
4. عمل في جامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية من عام 1976 - 1979م وفي جامعة الرياض من عام 1979 - 1980م. وفي الجامعة الاردنية من عام 1980 - 1981م . وفي جامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية من عام 1981 - 1983م كرئيس قسم الجغرافية بكلية الشريعة بالأحساء . وفي جامعة مراكش من عام 1983 - 1984م وفيها حصل على درجة الاستاذية من نفس الجامعة .
5. كما عمل خبيراً في دائرة التخطيط الاقليمي بوزارة البلديات والبيئة والشؤون القروية في الاردن مع وكالة جايكا (Jika) اليابانية من عام 1984 - 1987م .
6. كما عمل استاذاً للجغرافية البشرية في كلية تأهيل المعلمين العالية بوزارة التعليم العالي . وتمت إعارته لجامعة السابع من ابريل لتدريس الجغرافية بين عامي 1993 - 1995م .
7. كما عين محاضراً في كلية مجتمع عمان بوزارة التعليم العالي من عام 1987 - 1997م ومن ثم تمت إعارته الى جامعة البلقاء التطبيقية بين عامي 1997 حتى 2000م كمحاضر في كلية مجتمع عمان بوزارة التعليم العالي .
8. وأخيراً تمت إعارته الى جامعة القدس / ابو ديس عام 2000 حتى 2008م . كما حاضر في جامعة القدس المفتوحة خلال الفترة 2004 حتى 2010م .







المملكة الأردنية الهاشمية - عمّان - شارع الملك حسين
مجمع الفحيص التجاري - هاتف 4611169 6 962+
تلفاكس 4612190 6 962+ ص.ب 922762 عمّان 11192 الأردن
E-mail: safa@darsafa.net www.darsafa.net